ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JANVIER 1923.

PRÉSIDENCE DE M. ALBIN HALLER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **van de Sande Bakhuyzen**, Correspondant pour la Section d'Astronomie.

HISTOCHIMIE. — *Évolution des grains de fécule dans le tubercule de la pomme de terre.* Note de MM. **L. Lindet** et **P. Nottin**.

Les beaux travaux de M. Dangeard [1] nous permettent de comprendre comment, au sein du cytoplasme, de petits corpuscules, les amyloplastes, arrêtent, pour ainsi dire au passage, les liquides amylogènes qui doivent s'y transformer en grains de fécule. Le but est atteint au point de vue botanique; mais n'y a-t-il pas intérêt à suivre au delà l'évolution histochimique de la pomme de terre, à différentes périodes de sa vie, non seulement par la pesée des tubercules et le dosage de la fécule dans chacun d'eux, mais aussi par les dimensions si variées de ces grains de fécule qui ne sont pas répartis au hasard et qui doivent constituer un précieux élément d'appréciation.

Nous admettrons d'abord que cette substance amylogène représente un mélange de sucres, saccharose, sucre inverti, peut-être maltose. Il eût été plus naturel de supposer l'existence d'amidon soluble, susceptible de traverser les parois des cellules; mais malgré tous nos efforts, nous n'avons pu le rencontrer en précipitant, comme l'a indiqué M. Courtonne [2], du jus

---

(1) Dangeard, *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 709; t. 172, 1921, p. 254; t. 174, 1922, p. 1653.

(2) Courtonne, *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 1168.

de pomme de terre, en germination ou non, du jus de germes, etc., par du sulfate anhydre de sodium ou de magnésium. Les sucres vont donc traverser les cellules de proche en proche, déposant de la fécule sur les plastes ou alimentant les grains déjà formés, en même temps que l'on voit les grains de fécule (les plus gros comme nous le montrerons plus loin) se dissoudre, fondre ou bien se ronger sous l'influence des enzymes, pour redevenir sucres, et, par une action réversive, aller plus loin créer de petits grains de fécule.

La proportion de ces sucres n'est jamais bien grande; elle ne dépasse guère 1,50 pour 100 du jus et ne descend pas au-dessous de 0,50 pour 100. C'est à ce point que, souvent, nous avons préféré doser à la fois la fécule et les sucres (exprimés en fécule); car ce qui est aujourd'hui sucres sera fécule demain et redeviendra sucres après-demain. D'ailleurs, la somme des deux dosages donne des résultats plus concordants que le dosage seul de la fécule.

Nous n'insisterons pas sur les procédés analytiques que nous avons suivis pour doser les sucres et la fécule; à quelques variantes près, ils sont classiques; d'ailleurs, notre préoccupation s'est plutôt portée sur les grains de fécule.

L'expérience nous a montré que quand, sur le champ du microscope, muni d'un micromètre oculaire, on a mesuré le diamètre de 150 à 200 grains de fécule, on peut estimer qu'on a obtenu la représentation exacte d'un échantillon moyen. Celui-ci peut être détaché par grattage au scalpel sur une tranche de pomme de terre, ou bien prélevé sur un dépôt de fécule important provenant d'un tamisage de tubercules râpés (la fécule qui reste dans la pulpe est de même grosseur que celle qui échappe des cellules ouvertes par la râpe). Dans ce cas, le prélèvement doit être fait après une forte agitation. Nous avons même, par excès de précaution, entrepris la lévigation du dépôt brut de fécule, afin de prélever l'échantillon sur un lot plus homogène; cette lévigation était assurée par des entonnoirs à la partie inférieure desquels arrivait un courant d'eau qui soulevait les grains les plus petits et les obligeait à se déverser continuellement par-dessus bord.

Nous inspirant de ce que le féculier établit son rendement en poids, nous nous sommes proposé de fixer pour chaque grosseur de grains le poids d'un million de ces grains en milligrammes, et d'en faire l'unité de notre numération.

Pour estimer le volume des grains, il convenait de connaître la hauteur de la double lentille dont la fécule affecte la forme, quelle que soit sa dimen-

sion diamétrale. Cette hauteur a été examinée sur des grains emprisonnés dans de la gélatine et vus de champ, et a été comptée, pour tous grains, comme les $\frac{3}{5}$ du rayon.

Pour passer du volume au poids, il nous fallait connaître la densité par rapport à l'eau. Elle a été prise au flacon, sur fécule anhydre, et en présence de pétrole, avec différents lots obtenus par lévigation, aussi purs que possible, constitués principalement de grains de 22^{μ} à 32^{μ}, de 56^{μ} à 64^{μ}, de 64^{μ} à 72^{μ}, et nous avons obtenu le même chiffre, à quelques millièmes près, de 1,54. M. L. Lumière qui a réalisé, pour préparer les plaques photographiques en couleurs, des classements par lévigation à l'entonnoir, a bien voulu nous remettre plusieurs échantillons de fécule très fine et très régulière; l'échantillon de 8^{μ} nous a donné 1,51.

Dans ces conditions, et adoptant les deux constantes $H = \frac{3}{5} R$ et $D = 1,54$, nous avons calculé une formule qui, après simplification, s'est réduite à $P = 3,26 R^3$ comme indiquant le poids en milligrammes de chacun des grains de fécule en fonction du rayon de ce grain. C'est ce chiffre que nous avons multiplié par un million.

Nous n'avons pas besoin de faire remarquer qu'étant donné l'écart qui existe entre le diamètre des grains de fécule, de 0^{μ} à 100^{μ} et au delà, leur poids va naturellement varier dans des proportions considérables, à ce point que le million de grains de 2^{μ} pèse $\frac{4}{1000}$ de milligramme, et que le million de grains de 100^{μ} pèse 450^{mg}. Le procédé est donc fort sensible.

On est frappé de voir combien, dans le mélange de fécule de toutes tailles, les plus petits dominent sur les plus gros; mais leur poids est insignifiant par rapport à celui des gros; dans une de nos expériences de lévigation, nous constatons que les grains de 0^{μ} à 10^{μ} représentent, en nombre 50,2 pour 100 du total, mais, en poids, 1,53 seulement; par opposition, les grains de 60^{μ} à 80^{μ} ne figurent en nombre que pour 0,60 pour 100, alors qu'ils pèsent 19,2 pour 100 du poids total.

En nous basant sur un tel procédé d'estimation, nous avons obtenu un grand nombre de résultats qui seront publiés dans les *Annales de l'Institut national agronomique* et dont nous tirons les conclusions suivantes :

1° La grosseur des grains paraît sensiblement égale sur toutes les tranches faites perpendiculairement à l'axe de végétation d'une pomme de terre fraîchement arrachée; mais dès que le travail de la germination commence, même quand aucun bourgeon n'est visible, cette régularité n'est plus la même; on constate que du côté de l'ombilic les grains sont plus petits que

vers le milieu du tubercule, puis redeviennent petits au fur et à mesure qu'ils approchent du méristème. Quand le tubercule développe ses germes, cette dernière localisation des petits grains devient plus accentuée pour ne plus représenter, à l'extrémité bourgeonnante, comme poids du million de grains, que 1^{mg} contre 12^{mg} à 20^{mg} au milieu et 7^{mg} à 8^{mg} près de l'ombilic.

2° Les germes élaborés par ces tissus extrêmes, si riches en petits grains, en sont la continuation et présentent des grains d'autant plus petits qu'ils sont plus éloignés de leurs bases.

3° La suractivité du méristème se traduit également par une plus grande consommation des sucres; du premier au dernier tiers du tubercule, les sucres ont disparu dans une proportion qui a atteint jusqu'à 70 pour 100.

4° Les grains de la zone corticale sont, dans un tubercule, quelque temps après son arrachage, plus petits que ceux qui se trouvent de l'autre côté par rapport au faisceau libéroligneux; les cellules y sont plus petites. Néanmoins, parce qu'elles sont alimentées de même, elles présentent, dans toutes leurs parties, la même teneur en fécule. Mais, par contre, la partie centrale de la zone médullaire reste plus pauvre en fécule que les régions placées des deux côtés du faisceau libéroligneux (13,5 pour 100 de fécule au lieu de 21,9), ainsi que l'avaient remarqué MM. Coudon et Bussard [1]; la dimension de ses grains est également beaucoup plus petite (poids du million de grains $= 7^{mg},7$ au lieu de $15^{mg},3$), comme si les grains de fécule de cette région, plus éloignés des vaisseaux distributeurs, s'alimentaient plus difficilement.

5° Deux zones d'un même tubercule ou deux tubercules du même poquet peuvent contenir des quantités semblables de fécule, distribuée sur un nombre de grains très différent.

6° Quand une pomme de terre isolée développe ses germes en prenant sur elle-même la matière nécessaire à les élaborer et en même temps à assurer sa respiration, elle perd une quantité de fécule que l'analyse, effectuée sur une pomme de terre semblable avant germination, permet d'estimer. La numération des grains de fécule, catalogués en grains de diverses grosseurs, avant et après germination, amène à constater que la perte n'est pas également répartie, que ce sont les plus gros grains qui ont le plus vite disparu, et qu'au contraire les grains de dimension plus faible ont d'autant plus augmenté en nombre qu'ils sont plus petits. On doit donc considérer qu'au fur et à mesure de la disparition des gros, ceux-ci ont cédé

---

(1) *Ann. Sc. agron.*, t. 1, 1897, p. 250.

leur matière amylogène à de jeunes grains qui ont pris naissance surtout du côté opposé à l'ombilic.

L'expérience a été faite sur un lot de pommes de terre « Mondiale », analysée en décembre 1921, puis, analysée de nouveau, après germination dans une salle obscure du laboratoire, en mars 1922, et qui avait perdu $\frac{1}{3}$ de sa fécule. Les résultats simplifiés sont consignés ci-dessous :

De décembre 1921 à mars 1922.

Les grains mesurant en μ de :	Ont augmenté pour 100 de leur nombre primitif de :	Les grains mesurant en μ de :	Ont diminué pour 100 de leur nombre primitif de :
0 à 4	79,6	15 à 18	52,7
5 à 6	118,2	19 à 22	69,1
6 à 8	234,1	23 à 28	93,2
9 à 10	37,4	29 à 32	23,1
11 à 12	75,5	33 à 40	33,2
13 à 14	19,4	41 à 66	41,3

Ce phénomène se poursuit régulièrement tant que le tubercule n'est pas épuisé; une mère a été retirée du sol au moment où elle ne contenait plus que 3 pour 100 de fécule; son million de grains ne pesait plus que $3^{mg},7$, alors que celui d'un tubercule semblable, avant plantation, pesait $13^{mg},2$.

7° Les nombreuses analyses que nous avons effectuées, tant sur les tubercules d'un même poquet que sur plusieurs poquets de même espèce à plusieurs jours d'intervalle, tant sur les tout petits tubercules que sur les très gros, montrent que leur teneur en fécule croît très rapidement depuis le stolon, qui en renferme 4,4 pour 100, jusqu'aux tubercules de 1^{g} à 3^{g} où la teneur en fécule est pour ainsi dire stationnaire. Il en résulte que si l'on trace un graphique exprimant la quantité de sucres et fécule contenue dans les divers tubercules d'un même poquet, en fonction du poids de ces tubercules, on obtient, sauf pour les tout petits, une ligne droite; le tubercule ne pousse pas et ne se gonfle pas de fécule par à-coup.

Les droites ainsi établies à la suite de plusieurs arrachages successifs, pour une même espèce, se superposent ou se continuent.

Elles sont d'autant plus inclinées sur l'horizontale que l'espèce est plus riche en fécule.

Quant au poids du million de grains, il augmente au fur et à mesure que le tubercule grossit; débutant avec le stolon, à $0^{mg},2$, il atteint 10^{mg} à 20^{mg} avec les pommes de terre moyennes; souvent les très grosses ne renferment pas les plus gros grains.

Nous donnons ci-dessous la caractéristique d'un certain nombre de sujets appartenant à une espèce demi-hâtive.

Poids du tubercule.	Quantité de fécule + sucres (en fécule) pour 100 du tubercule.	Quantité de fécule + sucres (en fécule) dans un tubercule.	Poids d'un million de grains.
	Stolon.		
»	4,4	»	0,2
Belles-de-juillet demi-hâtives (Clichy-sous-Bois, Seine-et-Oise).			
0,035	5,5	0,002	0,3
0,460	8,5	0,039	2,4
0,960	9,9	0,095	2,7
2,750	10,4	0,28	8,3
11,6	11,1	1,29	8,0
15,5	13,3	2,06	11,2
24,0	13,3	3,19	8,5
36,7	13,8	5,07	8,0
51,2	13,5	6,92	13,8
70,0	13,4	9,38	16,6
84,0	13,9	23,2	16,0

8° Les pommes de terre, formées en terre autour de la mère, peuvent elles-mêmes donner, surtout par les temps humides, des tubercules de deuxième végétation, dépendant d'un stolon par l'intermédiaire duquel elles se nourrissent au détriment des tubercules de première végétation. Le phénomène reste le même; les grains de fécule présentent des dimensions d'autant plus petites que le nouveau tubercule est de formation plus récente; il grossit, prend le même poids que celui qui l'a nourri; il arrive même à contenir plus de fécule que lui (17,4 pour 100 au lieu de 14,9 pour 100), mais ses grains de fécule pèsent moins que les siens (1 million pèse $5^{mg},3$ au lieu de $8^{mg},8$).

9° Le phénomène de deuxième végétation se traduit aussi quelquefois par la poussée d'une verrue, qui est une tige rudimentaire à l'état latent. Là encore, la grosseur des grains concorde avec le poids de la verrue.

Puis, quelquefois, cette verrue s'allonge et forme un autre tubercule, séparé du premier par un étranglement. La constitution des différentes régions est la même, les faisceaux libéroligneux se resserrant sans interruption à l'endroit de l'étranglement.

Mais précisément parce que la circulation y est plus active et les cellules

plus petites, le million de grains prélevé à l'étranglement est plus faible qu'à équidistance dans le tubercule de première et dans celui de deuxième végétation (en moyenne $4^{mg},3$ à l'étranglement contre $6^{mg},9$ et $9^{mg},0$). Là encore, les petits grains mesurent l'activité du tissu.

GÉOLOGIE. — *Sur les Ammonites recueillies par le* « Pourquoi-Pas? ». Note [1] de MM. **W. Kilian** et **F. Blanchet**.

Parmi les échantillons variés de roches et de fossiles que la croisière du « *Pourquoi-Pas?* », dirigée par M. J. Charcot en 1922, a permis de recueillir au fond de la Manche, grâce à des dragues pourvues de dispositifs nouveaux, se trouvaient une série d'Ammonites, soigneusement repérées par M. Louis Dangeard et recueillies au nord et au nord-ouest de Cherbourg. L'étude de ces fossiles, faites avec le concours de M. F. Blanchet, a fourni quelques résultats intéressants, qui peuvent être résumés comme suit :

I. Des fragments de roches fossilifères prélevés à 25 milles environ au sud d'Eddystone (Angleterre), à 80^{m} de profondeur, nous ont permis de reconnaître (*station* 235) dans un calcaire gris bleu assez dur, les espèces suivantes :

Ægoceras aff. *gagateum*, Young et Bird sp.
Ægoceras biferum Quenst. sp.
Oxynoticeras oxynotum, Qu. sp.
Oxynoticeras aff. *lynx*, d'Orb. sp.
Echioceras raricostatum Qu. sp. (jeunes échantillons).
Cœloceras pettos Qu. sp. (= *Grenouillouxi* d'Orb. sp.).

II. Au nord de Cherbourg (*station* 248), à 60^{m} de profondeur, le « *Pourquoi-Pas?* » a recueilli, en individus isolés de leur gangue :

a. *Amaltheus margaritatus* Montf. sp. Grand fragment du tour externe d'un exemplaire de grande taille présentant une ligne cloisonnaire typique et identique à celle figurée par Quenstedt pour l'*Am. amaltheus gigas* de cet auteur (*Am. des Schw. Jura*, pl. 41, fig. 1);

b. *Hildoceras Levisoni* Simpson sp. (plusieurs petits échantillons roulés dont un pourvu de sa ligne suturale caractéristique).

Hildoceras sp.

III. Enfin la *station* 230, à 30 milles environ au sud d'Eddystone et

---

[1] Séance du 8 janvier 1923.

à 80^m de profondeur, a fourni une série de très petites Ammonites contenues dans un calcaire marneux grisâtre, très tendre; nous y avons reconnu les tours internes de *Psiloceras planorbis* Sow. sp. (= *psilonotum* Quenst. sp.).

Il résulte donc de l'examen des Ammonites draguées par le « *Pourquoi-Pas?* » que l'on peut affirmer l'existence dans le fond de la Manche, au large de Cherbourg et au sud d'Eddystone, de quatre horizons du Lias :

1° Hettangien inférieur. — Zone à *Psiloceras planorbis*, représentée par des marnes argileuses grises et tendres (à 30 milles au sud d'Eddystone);

2° Lotharingien. — Zone à *Oxynoticeras oxynotum*, sous forme de calcaires plus durs, d'un gris bleuté, contenant de petites Ammonites spathisées : *Ægoceras gagateum* Young et Bird sp., *Oxynoticeras oxynotum* Qu. sp., *Oxynoticeras* cf. *lynx* d'Orb. sp., *Ægoceras biferum* Quenst. sp., *Cœloceras pettos* Quenst. sp. (= *Grenouillouxi* d'Orb. sp.), à 25 milles au sud d'Eddystone.

3° Domérien. — La zone à *Amaltheus margaritatus*, caractérisée par un seul grand échantillon d'*Amaltheus margaritatus* Montf. sp.

4° Le Toarcien inférieur, décelée par un échantillon *roulé* mais très typique de *Hildoceras Levisoni* Simpson sp. et par quelques petites formes indéterminables.

On peut conclure de ces résultats que les terrains anciens et granitiques de la presqu'île du Cotentin s'enfoncent au nord et à l'ouest-nord-ouest de Cherbourg sous des terrains secondaires (Infralias et Lias), dont la présence au sud des terrains anciens d'Eddystone ne peut s'expliquer — si les échantillons ci-dessus étudiés n'ont subi aucun transport — que par effondrement ou par une disposition synclinale, accident plus ou moins localisé à l'emplacement de la Manche occidentale actuelle.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie le Tome III (*Mémoires sur la théorie des équations différentielles*, 1re Partie) des Œuvres de **Sophus Lie**, publiées par F. Engel.

Mme Veuve **Cornu** adresse à l'Académie un exemplaire en bronze de la médaille frappée à l'effigie d'**Alfred Cornu** et une Notice intitulée : Alfred Cornu, *membre de l'Institut et du Bureau des longitudes, ingénieur en chef des mines* (1841-1902).

ÉLECTIONS.

Par 40 suffrages contre 2 à M. *Philippe Glangeaud*, 2 à M. *F. de Montessus de Ballore*, 1 à M. *Charles Jacob* et 1 bulletin blanc, M. **Emmanuel de Margerie** est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Œhlert* décédé.

CORRESPONDANCE.

Le **Directeur de l'Institut supérieur de vaccine** adresse des cartes d'invitation pour la commémoration du centième anniversaire de la mort de *Jenner*, qui aura lieu à l'Académie de médecine le 23 janvier 1923.

M. **Léon Guillet** adresse un Rapport sur l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil* en 1921.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Les progrès récents de l'Astronomie*, par Paul Stroobant. Volume IX. Années 1918-1920. Première Partie : *Le système solaire*. (Présenté par M. H. Deslandres.)

2° Auguste Lumière. *Théorie colloïdale de la biologie et de la pathologie*. (Présenté par M. E. Roux.)

3° A. Boutaric. *La vie des atomes*. (Présenté par M. D. Berthelot.)

4° *Encyclopédie française d'Urologie*, publiée sous la direction de MM. A. Pousson et E. Desnos : tomes I à VI. (Présenté par M. L. Bazy.)

5° É. Hegh. *Les Moustiques. Mœurs et moyens de destruction*. (Présenté par M. Mesnil.)

6° E. E. Austen et Émile Hegh. *Tsetse-flies. Their characteristics, distribution and bionomics with some account of possible methods for their control*. (Présentés par M. F. Mesnil.)

7° *Les marées et leur utilisation industrielle*, par E. Fichot. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

8° *Océanographie* (en russe), par J. DE SCHOKALSKY. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

9° *Atomes et électrons*. Rapports et discussions du Conseil de Physique tenu à Bruxelles du 1er au 6 avril 1921, sous les auspices de l'INSTITUT INTERNATIONAL DE PHYSIQUE SOLVAY. (Présenté par M. Brillouin.)

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions entières qui ont tous leurs zéros sur une droite.* Note de M. **MARTIN ÅLANDER**, présentée par M. Émile Borel.

1. Nous nous référerons dans cette Note aux travaux suivants :

I. É. BOREL, *Leçons sur les fonctions entières*, Paris, 1900.

II. G. PÓLYA, *Sur une question concernant les fonctions entières* (*Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 330).

III. M. ÅLANDER, *Sur le déplacement des zéros des fonctions entières par leur dérivation*, Thèse, Upsala, 1914.

IV. G. PÓLYA, *Bemerkung zur theorie der ganzen Funktionen* (*Jahresbericht der deutschem Mathematiker-Vereinigung*, t. 24, 1915).

V. M. ÅLANDER, *Sur les zéros des dérivées des fonctions rationnelles et d'autres fonctions méromorphes* (*Arkiv för matematik, astr. o. fysik*, t. 14, 1920).

VI. *Sur les zéros complexes des dérivées des fonctions entières réelles* (*Ibid.*, t. 16, 1921).

VII. G. PÓLYA, *Über die Nullstellen sukzessiver Derivierten* (*Mathematische Zeitschrift*, t. 12, 1922).

2. Quand les zéros d'une fonction $F(z)$ sont situés sur une droite, on peut prendre cette droite pour axe réel. Dans la fonction entière de genre fini p,

$$(1)\qquad F(z) = e^{c_0\frac{z^p}{p} + c_1\frac{z^{p-1}}{p-1} + \ldots + c_p} z^q \prod_{n=0}^{k}\left(1 - \frac{z}{a_n}\right) e^{\frac{z}{a_n} + \frac{z^2}{2a_n^2} + \ldots + \frac{z^p}{p a_n^p}},$$

où k est un entier fini ou infini, *nous supposons donc tous les zéros a_n réels*. Si les coefficients $c_0, c_1, \ldots, c_p$ sont également réels, la fonction est dite réelle. Nous avons montré (VI) que les fonctions

$$(2)\qquad F(z) = e^{-kz^2}\varphi(z) \qquad (k \geq 0),$$

$\varphi(z)$ étant une fonction entière réelle de genre *un* au plus, sont les seules fonctions entières *réelles* de genre fini qui admettent, de même que toutes

leurs dérivées, exclusivement des zéros réels. Si l'on ne fait pas l'hypothèse de la réalité de la fonction, c'est-à-dire des coefficients $c_0, c_1, \ldots, c_p$, on peut demander *les autres fonctions entières de genre fini dont les dérivées successives sont dépourvues de zéros complexes*. Cette question a été posée par M. Pólya (II, IV). Nous nous proposons de la résoudre.

3. Quand la fonction (1) n'est pas réelle, M. Borel (I, p. 31) a remarqué que la dérivée a, en général, tous ses zéros complexes. Posons

$$F(z) = Re^{i\Phi}, \qquad z = x + iy, \qquad c_\nu = \alpha_\nu + i\beta_\nu.$$

Nous aurons (III, VI)

$$\frac{F'(z)}{F(z)} = \frac{1}{R}\frac{\partial R}{\partial x} - i\frac{1}{R}\frac{\partial R}{\partial y}; \tag{3}$$

$$\frac{1}{R}\frac{\partial R}{\partial y} = -\beta_0 x^{p-1} - \beta_1 x^{p-2} - \ldots + y f(x, y). \tag{4}$$

Ici la fonction $f(x, y)$ prend des valeurs finies dans tout point fini qui ne se confond pas avec un zéro de $F(z)$. Donc le produit $ygf(x, y)$ est nul sur l'axe réel ($y = 0$). Un au moins des coefficients β_ν étant par hypothèse différent de zéro, on a $\frac{\partial R}{\partial y} \neq 0$ pour $y = 0$ pourvu que $|x|$ soit suffisamment grand. Par suite, *la dérivée $F'(z)$ a seulement un nombre fini de zéros réels (au plus $p-1$) différents des zéros multiples de* $F(z)$. Il en résulte que le rapport $F'(z) : F(z)$ ne peut avoir qu'un nombre fini de pôles réels.

1° Quand ce rapport a une infinité de pôles, la dérivée $F'(z)$ a une infinité de zéros complexes;

2° Quand ce rapport a un nombre fini de pôles et la dérivée $F'(z)$ une infinité de zéros réels, la fonction $F(z)$ a une infinité de zéros multiples et l'on a

$$\frac{F'(z)}{F(z)} = \frac{P(z)}{f(z)}, \qquad P(z) = \text{polynome}, \qquad f(z) = \text{fonction entière}. \tag{5}$$

Une telle fonction est

$$F(z) = a(e^{ibz} - e^{ic})^n, \tag{6}$$

b et c réels, n entier.

4. Nous avons montré que, k étant une constante convenable, l'inégalité $|F'(z) : F(z)| < |z|^k$ est valable presque dans tout le plan (V, p. 29). On en conclut que $f(z)$ ne peut pas être de genre > 1. *En effet, toute fonction entière de genre fini > 1 ayant tous ses zéros réels (ou sur une droite quelconque) tend vers zéro dans certaines directions comme l'inverse du module*

maximum d'une fonction entière. On le vérifie immédiatement pour les fonctions dont la croissance est déterminée par le facteur exponentiel et par l'étude d'une intégrale dans les autres cas (III, p. 41, et VI, p. 4), avec une légère modification, si p est impair. A l'endroit cité, le premier terme sous le signe intégral est, pour c_0 réel, $c_0 r^{p-1}\cos p\varphi$. Si $c_0 = \alpha_0 + i\beta_0$, ce terme devient $\alpha_0 r^{p-1}\cos p\varphi - \beta_0 r^{p-1}\sin p\varphi$ et ne disparaît pas pour $\cos p\varphi = 0$, c'est-à-dire sur les vecteurs (17) (VI, p. 5). Suivant les cas, on doit donc considérer les vecteurs (17) ou les vecteurs opposés $\varphi + \pi$ (ou symétriques $-\varphi$), ce qui donne à $\sin p\varphi$ le signe convenable. Cela posé, on a

$$(7)\quad \frac{F'(z)}{F(z)} = \frac{P(z)}{e^{i\alpha z + i\beta} f_0(z)} = i\,Q(z) + \frac{F'_0(z)}{F_0(z)}, \quad Q(z) = \beta_0 z^{p-1} + \beta_1 z^{p-2} + \ldots + \beta_{p-1},$$

α et β étant réels et $F_0(z)$ une fonction réelle n'admettant par hypothèse que des zéros réels et simples. Comme toute fonction $F_0(z)$ tend vers l'infini dans les deux directions de l'axe imaginaire, $F'(z) : F(z)$ *tend vers zéro dans l'une d'elles.*

5. Quand les zéros de $F(z)$ et de $F'(z)$ sont réels, les fonctions $P(z)$, $Q(z)$ et $F_0(z)$ de la formule (7) sont aussi réelles. En égalant les coefficients de i dans les deux derniers membres de cette formule, on déduit

$$(8)\quad \frac{F'(z)}{F(z)} = \frac{P(z)}{e^{i\alpha z + i\beta}\sin(\alpha z + \beta)}; \quad \frac{F''(z)}{F'(z)} = \frac{(P - \alpha)\cos(\alpha z + \beta)}{\sin(\alpha z + \beta)} - i(P + \alpha) + \frac{P'}{P}.$$

D'abord α ne peut être nul, car alors on aurait $e^{i\beta}$ réel pour avoir les résidus de $F'(z) : F(z)$ réels. On a donc

$$(9)\quad \lim_{y=\infty} \frac{F''(z)}{F'(z)} = -2iP, \qquad \lim_{y=-\infty} \frac{F''(z)}{F'(z)} = -2i\alpha$$

ou vice versa, suivant que $\alpha > 0$ ou $\alpha < 0$. On voit donc que $F''(z) : F'(z)$ ne peut être de la forme (5), d'après le numéro précédent, d'où le résultat:

Soit $CF(z)$ *une fonction entière qui n'est réelle pour aucune valeur de la constante* C *et qui admet une infinité de zéros réels mais aucun zéro complexe. S'il en est de même de sa dérivée, la fonction est assujettie à la condition* (8) *et la dérivée seconde admet une infinité de zéros complexes. Dans les autres cas, la dérivée première admet des zéros complexes.*

Les fonctions admettant un nombre fini de zéros ont été étudiées par M. Pólya (IV et VII), qui a trouvé les cas d'exception

$$(10)\quad F(z) = a\,e^{bz},$$

$$(11)\quad F(z) = a(e^{icz} - e^{id}) \qquad (c \text{ et } d \text{ réels}).$$

La proposition suivante se trouve donc démontrée :

Les seules fonctions entières de genre fini, telles que la fonction et toutes ses dérivées n'aient pas de zéros à l'extérieur d'une droite, sont celles qui se réduisent à l'une des formes (2), (10) *et* (11) *après une transformation des coordonnées qui fait coïncider la droite donnée avec l'axe réel.*

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre variable périodique des étoiles doubles : incompatibilité des phénomènes observés avec la théorie de la relativité générale.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Daniel Berthelot.

Dans le recueil de conférences « Stellar motions » de M. Campbell, directeur de l'Observatoire de Lick, se trouvent des observations qui paraissent incompatibles avec la théorie de la relativité généralisée.

1° *Première variation, observée à six mois de distance, dans l'effet spectral de Fizeau.* — Une étoile isolée, si elle était observée du Soleil, donnerait une raie déplacée de $\delta\lambda$ par l'effet de sa vitesse radiale invariable δv, comptée dans le système du Soleil. Sur la Terre on a, au lieu de $\delta\lambda$, $\Delta\lambda$ variable Δv définie par les variations annuelles de la seule vitesse radiale de la Terre. Par exemple, à 6 mois de l'année, la même étoile révèle un déplacement vers le rouge, puis vers le violet. La valeur maximum $\Delta_M\lambda$ est donc, pour une étoile isolée, très voisine du plan de l'orbite terrestre, égale à 10^{-4}, si l'on prend 30^{km} à la seconde pour valeur maximum de la variation de la vitesse radiale Δv de la Terre sur le rayon très peu variable qui l'unit à l'étoile. C'est bien le rapport de Fizeau, représenté par 10^{-4}, observé ainsi identique au rapport de la variation 30^{km} à la seconde et de la vitesse de la lumière. Aucune autre variation n'agit ici ; les ondes qui arrivent sur la Terre changent seulement dans leur vitesse relative. On peut donc dire qu'ici est déjà vérifié le transport des ondes invariables de l'étoile avec la vitesse radiale inverse égale à celle de la Terre, et à 6 mois cette variation du violet au rouge, ou inversement, est de 60^{km} à la seconde, variation isolée clairement par les physiciens astronomes, et que les calculs de M. Einstein sont impuissants à compenser, comme il le faudrait, pour rétablir, conformément à ses vues, l'universelle isotropie des vitesses de propagation, qui, mesurées dans le système terrestre, sont anisotropes. On voit se manifester ainsi le vent d'éther isolé clairement.

2° *Seconde variation observée dans un astre brillant en gravitation relative dans une étoile double.* — A une seconde près, pendant toutes les compa-

raisons de l'horloge sidérale d'un Observatoire sur la Terre, la période d'oscillation de cette étoile se montre en accord permanent avec cette horloge sidérale, de sorte que les prétendues perturbations de ces horloges échangeant des signaux avec le temps de rotation de la Terre ne sont qu'une illusion de la relativité générale.

Le professeur H.-A. Lorentz a présenté, avec son habituelle clarté, ce qui doit se passer d'abord dans un premier système de référence que nous pouvons prendre lié à l'étoile brillante d'un couple ou étoile double. Il admet l'isotropie de la vitesse de la lumière et nous sommes d'accord sur ce cas très singulier donné par l'observation, et entièrement en harmonie avec notre théorie nouvelle de la lumière, cas qui justifie presque exactement la théorie de l'émission de l'énergie de la lumière, de vitesse C constante dans le système de l'étoile et de vitesse $(C + \delta v)$, quand les astronomes la rapportent au Soleil. Ainsi débarrassée de l'influence de la vitesse radiale de la Terre, par le calcul que les physiciens astronomes font au jour de l'observation, la vitesse de la lumière coïncide, dans sa vitesse radiale augmentée de δv, avec la vitesse ainsi altérée d'une variation du premier ordre, dans le second système, celui du Soleil.

Si cette loi de projection radiale avait été appliquée par les physiciens astronomes avant l'article publié en 1914 par M. Lorentz dans la Revue *Le Radium* à la suite d'un article dans la *Revue générale des Sciences*, M. Lorentz aurait jugé inutile de ramener l'isotropie par le retard des horloges, puisqu'on obtient par le calcul la variation du premier ordre de la vitesse C de la lumière dans le premier système, celui de l'étoile, augmentée ou diminuée dans le Soleil de la vitesse relative de l'étoile à l'instant du départ de cet astre.

En effet, c'est la vitesse $(C + \delta v)$ qui est vérifiée aujourd'hui par la pure et simple comparaison de l'époque d'arrivée, calculée par exemple, pour le départ de l'élément d'énergie représenté par $\delta_M v$ valeur maximum de δv.

La valeur de δv est d'accord exactement avec la valeur $\delta\lambda$ du déplacement spectral observé par les physiciens astronomes et rapporté chaque jour d'observation au Soleil. Alors l'effet du premier ordre de la projection radiale de vitesse supplémentaire $\delta_M v$ est une loi positive qui échappe aux prévisions d'isotropie de la théorie de la relativité.

Dans deux Notes publiées aux *Comptes rendus* en 1922, j'ai exposé ces principes élémentaires en accord avec les mesures de l'avance ou du retard rapporté finalement au Soleil. Il en résulte qu'il est inutile de séparer les deux variations associées, celle de la vitesse radiale sur l'orbite et la vitesse

constante de translation rapportée au Soleil. Par exemple, dans notre seconde Note, nous considérons l'exemple de Y Sagittaire, étoile double Céphéide à un seul astre brillant. La valeur maximum de $\delta\lambda$ au Soleil donne, par son déplacement vers le rouge, un retard de la propagation de $\delta_M v$ qui est calculé par $\delta_M \lambda$ maximum, et représente 36^{km} à la seconde à l'opposé du Soleil. D'où résulte un retard à l'arrivée de $\frac{36}{300\,000}\,T_m$.

La valeur de T_m désigne celle que les astronomes ont entre les mains dans leur tableau où l'éclat, ici dans sa valeur moyenne, est en correspondance avec un temps de lumière. Dans ce cas, c'est 136 ou 138 ans. Alors le retard du signal aura la valeur maximum de la période P de 5,77 jours, de Y Sagittaire multipliée par 1,03 valeur du glissement z de l'époque d'arrivée, en arrière de l'époque à laquelle il faudrait s'attendre, si M. Einstein et ses élèves avaient vraiment raison dans leur isotropie générale associée à toute la relativité qui en est la suite purement logique sur le papier et n'a décidément aucune généralité. L'énorme effet précis et systématiquement calculable, que M. Hagen avait rapporté dans ses belles déterminations, à une hypothétique projection d'hydrogène, se calcule donc très simplement au moyen de notre loi théorique de projection radiale de la lumière, que nous établissons à la suite de la loi de déplacement spectral de Fizeau $\frac{\delta v}{C}$ et qui est représentée dans la variation relative identique de la vitesse radiale de la lumière, interprétée, avec Gouy, comme vitesse de l'énergie.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Le problème des n corps dans la théorie de la relativité.* Note de M. J. **Haag**, présentée par M. Émile Borel.

1. M. Le Roux a récemment [1] fait ressortir certaines difficultés de principe, que soulève l'application de la théorie d'Einstein au problème des n corps. Je ne reviendrai pas sur la question des perturbations planétaires classiques, à laquelle ont répondu MM. Brillouin et Buhl [2]. La véritable objection présentée par M. Le Roux et sur laquelle il a d'ailleurs lui-même insisté est la suivante :

Comment peut-on établir la correspondance entre les lignes d'Univers

[1] *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 809, 1135, 1395.

[2] *Loc. cit*, p. 923 et 1040.

des différents corps, sinon d'une manière tout à fait arbitraire? Cette question est parfaitement justifiée; mais elle me paraît contenir elle-même sa réponse.

Si l'on adopte les idées relativistes, il est impossible de définir, d'une manière absolue, la position et la forme d'un système à un instant donné, pour cette raison bien simple que l'expression « à un instant donné » n'a aucun sens. Si l'on peut parler du temps propre d'un point, *le temps propre d'un système n'existe pas*. Il y a des points-événements; mais, il n'y a pas de systèmes-événements. Un système de n points est simplement défini par n lignes d'Univers, entre les points desquels n'existe *a priori* aucune correspondance. On ne peut donc parler du mouvement d'un système (et même de sa forme) qu'à la condition de *choisir au préalable un système de coordonnées* et, comme *ce choix est arbitraire*, *il en est de même de la correspondance* établie entre les lignes d'Univers par leur intersection avec les surfaces $t =$ const. C'est bien ce que dit M. Le Roux.

Mais, *il ne s'ensuit pas que la théorie de la relativité soit impuissante à étudier le problème des n corps*. Voici une esquisse de la méthode qui, me semble-t-il, pourrait être suivie.

2. Prenons des coordonnées galiléennes, au sens de l'Astronomie classique (quasi galiléennes, au sens des relativistes). La première chose à faire est de déterminer le ds^2 correspondant, pour une position donnée du système des n corps. On ne peut, comme dans le cas du centre unique de gravitation, adopter des coordonnées polaires. Commençons donc par transformer en coordonnées cartésiennes le ds^2 d'Einstein-Schwarzchild :

$$ds^2 = -\frac{dr^2}{1-\frac{A}{r}} - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta\, d\varphi^2) + \left(1-\frac{A}{r}\right)dt^2.$$

Si l'*on suppose* $\frac{A}{r}$ *assez petit pour qu'on puisse négliger son carré* et si l'on prend la vitesse de la lumière pour unité, on a, en coordonnées cartésiennes $(x_1 = x,\ x_2 = y,\ x_3 = z,\ x_4 = t)$:

$$(1)\quad \begin{cases} g_{11} = -1 - \dfrac{Ax^2}{r^3}, \quad g_{22} = -1 - \dfrac{Ay^2}{r^3}, \quad g_{33} = -1 - \dfrac{Az^2}{r^3}, \quad g_{44} = 1 - \dfrac{A}{r}, \\ g_{23} = -\dfrac{Ayz}{r^3}, \quad g_{31} = -\dfrac{Azx}{r^3}, \quad g_{12} = -\dfrac{Axy}{r^3}, \quad g_{14} = g_{24} = g_{34} = 0. \end{cases}$$

Avant de poursuivre l'étude du problème des n corps, il m'a paru intéressant de reprendre, avec les coordonnées ci-dessus, l'étude ordinairement

faite en coordonnées polaires, du mouvement d'un point. On forme sans peine les équations des géodésiques. Si l'on prend ensuite t comme variable indépendante, on est conduit à des équations telles que la suivante, où les accents désignent des dérivées par rapport à t et v la vitesse :

$$x'' = \mathrm{A}\frac{x'r'}{r^2} - \frac{\mathrm{A}x}{2r^3}(1 + 2v^2 - 3r'^2). \tag{2}$$

Le terme $\frac{-\mathrm{A}x}{2r^3}$ correspond à l'attraction newtonienne. Les deux autres représentent donc l'effet Einstein. Ils sont faciles à interpréter et l'on en conclut que *le mouvement séculaire du périhélie de Mercure peut être expliqué par la Mécanique classique, à condition d'ajouter à l'attraction newtonienne* F :

1° *Une force* F_1 *tangente à la trajectoire et égale à* $2\mathrm{F}vr'$;

2° *Une force* F_2 *ayant même direction que* F *et égale à* $\mathrm{F}(2v^2 - 3r'^2)$.

Bien entendu, il est facile de retrouver l'équation de la trajectoire, à partir de cet énoncé. On peut aussi calculer la perturbation sur x, entre les temps 0 et t, par la formule

$$\delta x = \mathrm{A}\int_0^t dt \int_0^t \frac{2x'rr' - 2v^2 + 3r'^2}{2r^3}\,dt, \tag{3}$$

où l'on remplacerait x, y, z par les valeurs, suffisamment exactes, déduites des lois de Képler (¹).

3. Revenons maintenant au problème des n corps. On pourrait être tenté de dire, tout simplement, qu'il suffit d'ajouter à chaque attraction newtonienne les deux forces perturbatrices précédentes. Mais cela est faux. Il est en effet nécessaire de tenir compte, dans la recherche des géodésiques, du mouvement des centres attractifs. Ce mouvement influe de deux manières : d'abord en ce qu'il modifie le ds^2 et ensuite parce qu'il introduit t dans les g_{ik}. Les corrections à apporter sont évidemment très faibles; mais on se rend aisément compte qu'elles sont du même ordre de gran-

---

(¹) A ce propos, je ne sache pas que l'on se soit jamais préoccupé de l'effet d'Einstein, en ce qui concerne la durée de révolution. Un calcul facile donne, en appelant a le demi-grand axe de l'orbite et e son excentricité,

$$\frac{\delta\mathrm{T}}{\mathrm{T}} = \frac{\mathrm{A}}{a}\,\frac{5 - e}{2(1 + e)}.$$

Pour Mercure, cela correspond à un accroissement total de 76 secondes en un siècle.

deur que les forces F_1 et F_2, si la vitesse du centre de gravitation est comparable à celle du point attiré.

On voit sans peine comment se calcule la deuxième. Quant à la première, il me semble qu'on peut l'évaluer de la manière suivante. Soit O′ le centre attractif. Si l'on considère le trièdre de référence parallèle à $Oxyz$ et de sommet O′, on peut, en première approximation, admettre qu'il est, à chaque instant, animé d'une translation rectiligne et uniforme et appliquer les formules de la relativité restreinte pour passer d'un système à l'autre. Dès lors, en partant du ds^2 de Schwarzchild, qui s'applique aux axes mobiles, on peut évaluer le ds^2 relatif aux axes fixes. Mais, je n'ai encore fait qu' ébaucher ces calculs.

Si l'on envisage maintenant n centres attractifs simultanés, le ds^2 correspondant sera obtenu en ajoutantles perturbations δg_{ik} apportées par chacun d'eux, car, ces perturbations étant petites, les équations fondamentales d'Einstein les contiennent linéairement. Il revient au même de dire qu'on ajoutera simplement aux attractions newtoniennes les forces perturbatrices dues à chaque centre.

Voici enfin comment on abordera le problème des n corps. On écrira les équations du mouvement pour chacun de ceux-ci, en corrigeant les attractions newtoniennes des $n - 1$ autres, comme il vient d'être expliqué. Dans les seconds membres, figureront non seulement les coordonnées des n corps, comme dans la théorie classique, mais aussi leurs dérivées par rapport au temps.

Pour calculer l'effet Einstein, on remplacera ces coordonnées par leurs valeurs déduites des équations de Képler et l'on appliquera des formules analogues à la formule (3).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Séparation de mélanges liquides par distillation et atmolyse combinées. Obtention de l'alcool éthylique et de l'acide nitrique pratiquement purs.* Note de MM. **Édouard** et **Rémy Urbain**, présentée par M. Georges Urbain.

En dehors des travaux de Sainte-Claire Deville ([1]), de Rayleigh et Ramsay ([2]) et d'Aston ([3]), il a été fait peu d'applications de la loi de

([1]) Sainte-Claire Deville, *Comptes rendus*, t. 60, 1865.

([2]) Rayleigh et Ramsay, *Phil. Trans.*, t. 186, 1895, p. 206.

([3]) Aston, *Phil. Mag.*, t. 39, 1920, p. 454.

Graham. Les travaux précités ont été exécutés avec un tube atmolyseur dans lequel était introduit constamment un mélange gazeux de composition déterminée.

La composition est par contre variable, si l'on soumet à l'atmolyse [1] des vapeurs issues de liquides volatils en distillation.

Les courbes de Gibbs et Konovalow (équilibre des liquides volatils sous pression constante) montrent qu'en dehors du cas où l'on sépare par distillation à l'état pur les deux constituants d'un mélange binaire, on ne peut séparer qu'un des constituants à l'état de pureté, et, d'autre part, un mélange de composition déterminée pour une pression déterminée.

C'est en vue de la séparation de pareils mélanges que nous faisons usage d'un appareil constitué par un ballon distillatoire surmonté d'un tube de porcelaine poreuse. Ce tube poreux est entouré d'une enveloppe étanche dans laquelle on crée une dépression de manière à provoquer la diffusion des gaz. Le tube poreux est prolongé par un réfrigérant descendant en forme de serpentin pour condenser les vapeurs qui n'ont pas diffusé (vapeurs résiduelles). Ces vapeurs résiduelles condensées sont, au moyen d'un robinet à trois voies, dirigées soit dans le ballon distillatoire, soit dans un récipient séparé.

Ainsi qu'il ressort d'un travail théorique de Lord Rayleigh [2], le gaz résiduel peut contenir, à un titre choisi, le constituant de poids moléculaire le plus élevé.

Dans la présente Note, nous envisagerons seulement la séparation de l'eau d'avec l'alcool, ou d'avec l'acide nitrique dont l'intérêt pratique est évident, et nous ne nous occuperons pas de la portion qui a diffusé.

I. L'eau et l'alcool admettent un mélange indédoublable par distillation à pression constante. Sous la pression atmosphérique, la courbe des températures d'ébullition admet en effet un minimum, 78°,15 pour 95,6 pour 100 d'alcool. Dans une distillation ordinaire, on ne peut obtenir de grandes quantités de ce mélange qu'avec un puissant appareil rectificateur. Avec l'appareil à atmolyse, on peut obtenir immédiatement ce mélange en réglant la vitesse de diffusion. En montant ensuite l'appareil de telle sorte que les vapeurs résiduelles condensées rentrent automatiquement dans le ballon distillatoire, la vapeur d'eau traversera la paroi poreuse de

---

(1) Nous conservons le nom donné par Graham à la séparation des gaz par diffusion à travers une cloison poreuse.

(2) Lord Rayleigh, *Phil. Mag.*, t. 42, 1896, p. 493.

préférence à l'alcool; le titre de l'alcool s'enrichit constamment et l'on obtient en pratique de l'alcool à 99°,8 pour 100.

II. Les courbes de distillation du mélange d'eau et d'acide nitrique présentent un maximum : le mélange à 68 pour 100 d'acide nitrique bout à 123° sous pression atmosphérique. Dans ce cas il est avantageux, dès le début des opérations, de faire rentrer les vapeurs résiduelles condensées automatiquement dans le ballon distillatoire. Lorsque la composition du maximum est atteinte, on recueille à l'extérieur les vapeurs résiduelles condensées qui constituent un acide nitrique pouvant atteindre le titre de 99°,6 pour 100.

III. Sans entrer dans des détails mathématiques, l'explication des deux techniques est la suivante : Pour la première phase de la purification de l'alcool, la partie non distillée s'enrichit en eau, et les gaz résiduels en alcool. *Il n'y a pas intérêt à les réunir*. Dans la deuxième phase de cette purification, la partie non distillée s'enrichit en alcool ainsi que les gaz résiduels. *Il y a donc intérêt à les réunir*.

Pour la première phase de purification de l'acide nitrique, la partie non distillée s'enrichit en acide ainsi que les gaz résiduels. *On a donc intérêt à les réunir*. Dans la deuxième phase où se fait du mélange distillant à point fixe, la distillation ne permet pas l'enrichissement. Par contre, les gaz résiduels s'enrichissent en acide. Leur réunion donnerait un mélange plus riche en acide; mais par distillation, la partie la moins volatile s'enrichissant dans ce cas en eau, le liquide demeurant dans le ballon distillatoire ne tarderait pas à atteindre la composition correspondant au maximum. *Il est donc nécessaire de recueillir à part les gaz résiduels*.

La théorie montre qu'il existe des conditions d'atmolyse (longueur des tubes, vitesses de diffusion, etc.) telles que le dispositif avec retour au ballon distillatoire permettrait dans tous les cas d'obtenir le constituant à poids moléculaire le plus élevé; mais dans ce cas la préparation serait rendue extrêmement lente, alors que la méthode décrite dans cette Note permet une séparation rapide et supérieure aux procédés décrits jusqu'ici dans ce but.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un polymère de l'acide cyanhydrique.*

Note de M. **Ch. Bedel**, présentée par M. Béhal.

L'azulmine résultant de la polymérisation de l'acide cyanhydrique, cède à l'éther une substance cristallisée, qui a été étudiée par divers auteurs et

plus spécialement par Lange ([1]), Wippermann ([2]), Lescœur et Rigault ([3]). Ces auteurs ont admis qu'on se trouve en présence d'un polymère de l'acide cyanhydrique de formule $(HCN)^3$. Toutefois les résultats numériques de leurs analyses ne permettent pas de conclure avec certitude à un polymère de l'acide cyanhydrique. Les différences observées, sur lesquelles nous insisterons plus loin, peuvent s'expliquer aisément par l'extrême facilité avec laquelle ces sortes de corps s'altèrent au cours de leur préparation.

M. Lebeau ayant mis à notre disposition une grande quantité de produits de polymérisation de l'acide cyanhydrique, nous avons repris l'étude des corps que l'on peut extraire de la matière brute de polymérisation.

Nous avons employé l'épuisement par l'éther à chaud, comme l'avaient fait les deux premiers auteurs. La solution éthérée a laissé déposer des cristaux dont la coloration varie du jaune foncé au brun. Ces cristaux sont peu solubles dans l'eau froide et très solubles dans l'eau bouillante.

En purifiant, comme les auteurs précédents, par solution dans l'eau bouillante, décoloration par le noir animal et nouvelle cristallisation, nous avons isolé des cristaux faiblement colorés en jaune et pour lesquels cette teinte persiste même après plusieurs cristallisations.

Lescœur et Rigault ont analysé le produit obtenu directement par l'éther.

Le Tableau ci-dessous résume l'ensemble des résultats analytiques trouvés par les divers auteurs et par nous-même.

	Lange.	Wippermann.	Lescœur et Rigault.	Résultats extrêmes de nos analyses.		Théorie pour HCN.
C........	45,60	45,12	43,96	44,80	45,68	44,44
H........	4,90	4,51	3,80	4,31	4,83	3,70
N........	52,18	51,55	51,13	49,50	51,21	51,85
Total.	102,68	101,18	98,89	98,61	101,72	99,99

L'examen de ce Tableau montre qu'aucun de ces résultats ne coïncide avec les proportions des éléments entrant dans la composition de l'acide

---

([1]) Lange, *Sur une nouvelle combinaison ayant pour formule celle de l'acide cyanhydrique* (*Berichte*, t. 6, 1873, p. 99).

([2]) Wippermann, *Sur le triacide cyanhydrique, une combinaison polymère de l'acide cyanhydrique* (*Berichte*, t. 7, 1874, p. 767).

([3]) Lescœur et Rigault, *Sur l'hydrure de cyanogène solide* (*Comptes rendus*, t. 89, 1879, p. 310); *Polymérisation de l'acide cyanhydrique* (*Bulletin de la Société chimique*, t. 34, p. 473).

cyanhydrique. Nous avons donc été conduit à examiner d'une façon plus minutieuse la purification de ce produit.

La méthode de purification, à laquelle nous nous sommes arrêté est basée sur les remarques suivantes :

La précipitation du polymère par refroidissement de sa solution aqueuse saturée à chaud et traitée au noir animal, donne toujours un produit faiblement coloré. Au contraire, les eaux mères de cette première cristallisation, concentrées en présence du noir animal, fournissent, par refroidissement rapide, une substance tout à fait incolore.

Nous avons analysé cette substance.

Résultats de nos analyses.

	I.	II.	III.	Moyenne.	Théorie pour HCN.
C...........	44,23	44,65	44,57	44,48	44,44
H...........	4,57	4,02	4,81	4,46	3,70
N...........	51,60	52,21	52,12	51,97	51,85
Total....................................				100,91	99,99

Ces résultats se rapprochent beaucoup plus que les résultats précédents de la formule de l'acide cyanhydrique; toutefois les résultats pour l'hydrogène restent un peu élevés.

Nous avons tenté de déterminer la grandeur moléculaire de ce polymère et nous avons réussi à obtenir des résultats concordants par la méthode ébullioscopique dans l'alcool méthylique.

Les résultats trouvés sont les suivants :

I.	II.	III.
101,4	118,4	101,8

qui correspondent à un tétramère de l'acide cyanhydrique.

Ce polymère se présente en cristaux prismatiques incolores. Il ne s'altère pas à la lumière, pourvu qu'il soit bien sec [1].

Il fond en se décomposant à 179°. Pour déterminer ce point de fusion, il est nécessaire d'opérer rapidement au bloc Maquenne. Lorsqu'on élève lentement la température, la décomposition du produit commence à 150°, avec formation d'acide cyanhydrique et d'ammoniaque.

---

[1] Cette substance paraît être beaucoup moins toxique que l'acide cyanhydrique : la dose de 0g,50 par kilogramme d'animal, administrée par la voie buccale, n'est pas mortelle pour le cobaye; à la dose de 1g, la mort survient en quelques heures. Nous poursuivons l'étude toxicologique de ce polymère.

Le meilleur dissolvant est le cyanure de méthyle, qui en dissout $8^{g},25$ pour 100 à 15°; viennent ensuite l'alcool méthylique ($6^{g},1$ à 15°), puis l'alcool éthylique ($2^{g},7$ à 15°). L'éther en dissout $0^{g},9$ à 15°. La solubilité dans l'eau à 15° est de $0^{g},3$ pour 100 et à 100° de $15^{g},9$ pour 100.

La solution aqueuse est neutre aux réactifs colorés : elle s'altère au bout de quelques heures en donnant un précipité floconneux brun.

En solution dans l'alcool éthylique, le polymère est inactif sur la lumière polarisée.

Sous l'action des acides sulfurique, chlorhydrique étendus, il se dégage par molécule de substance une molécule d'acide cyanhydrique.

Les bases donnent naissance à de l'ammoniaque. Nous avons étudié tout spécialement l'action de la baryte en solution aqueuse. Cette étude avait été entreprise déjà par Lange, puis par Wippermann. Ces auteurs avaient conclu à la formation de glycocolle, de carbonate de baryte et d'ammoniaque. Au cours de nos essais, nous avons bien observé qu'il se formait du glycocolle, de l'ammoniaque et une petite quantité de carbonate, mais principalement de l'oxalate de baryte, qui a été isolé et analysé. La proportion d'ammoniaque dégagée dans cette réaction correspond à celle provenant de l'hydratation de trois groupements cyanés.

Par la potasse alcoolique et le chloroforme, on développe à chaud l'odeur de carbylamine.

En résumé, le polymère, qui est un tétramère de l'acide cyanhydrique, paraît correspondre au cyanhydrate de l'aminopropanedinitrile, alors que Wippermann lui assignait la formule de l'aminopropanedinitrile.

MINÉRALOGIE. — *Sur la parsonsite, nouveau minéral radioactif.* Note de M. **Alfred Schoep.**

La chalcolite de Kasolo (Katanga, Congo belge) est souvent mélangée à divers minéraux tels que la kasolite, la stasite, la dewindtite, le talc, le quartz, etc.; elle se présente en masses compactes vertes sur lesquelles on reconnaît, en général, les minéraux uranifères ci-dessus à leur couleur jaune. Beaucoup de morceaux de chalcolite ont une couleur brunâtre due à la présence d'un minéral à l'aspect terreux, pulvérulent, quelquefois compact et de densité élevée. On réussit assez facilement à séparer presque complètement ce minéral des cristaux de chalcolite par des lavages à l'eau; on élimine en même temps une gangue limoniteuse qui le ternit; ainsi purifié on constate que le minéral est formé de petits cristaux de couleur brun pâle, à éclat gras. Examinés au microscope dans l'huile de cèdre, ces

cristaux sont, sur les bords, presque incolores et transparents; vers le milieu ils renferment une substance brune en grains extrêmement petits, auxquels ils doivent vraisemblablement leur couleur. Dans certains cristaux cette matière brune est si abondante qu'elle les rend opaques.

Ces cristaux ont la forme de lamelles prismatiques, faiblement biréfringentes; l'extinction est oblique et fait un angle d'environ 12° avec la direction de l'allongement qui est de signe positif; ils sont biaxes, mais ne montrent pas de bonnes figures d'axes; il est impossible pour le moment de décider s'ils appartiennent au système monoclinique ou triclinique. Si l'on donne à la lamelle prismatique le symbole $g^1(010)$, la trace des faces qui la limitent sont $p(001)$, $h^1(100)$, et une face troncant l'angle *o* entre $p(001)$ et $h^1(100)$.

Les angles observés au microscope sont :

$$p(001) : o(hol) = 28° \text{ à } 29°,$$
$$h^1(100) : p(001) = 81°,$$
$$h^1(100) : o(hol) = 47° \text{ à } 48°.$$

La dimension de ces cristaux ne dépasse guère quelques dixièmes de millimètre. Leur indice de réfraction est plus élevé que 1,99. Leur densité, mesurée à l'aide du pycnomètre, est de 6,23 à 17°C. Leur poudre est d'un brun très pâle, un peu rose. Dans le tube fermé, elle donne de l'eau et devient jaune. Sur le charbon elle fond en un globule noir. Elle se dissout facilement dans les acides, mais dans l'acide nitrique il reste un faible résidu insoluble, rougeâtre, dans lequel on trouve, à l'analyse, SiO^2, Al^2O^3, et Fe^2O^3. Les solutions du minéral donnent les réactions du plomb, de l'uranium et de l'acide phosphorique.

L'analyse du minéral purifié et séché à l'air a donné les résultats suivants :

	1.	2.	3.	4.	
H^2O	»	»	»	1,56	1,56
PbO	44,71	»	»	»	44,71
CuO	0,25	»	»	»	0,25
UO^3	29,67	»	»	»	29,67
P^2O^5	»	15,08	»	»	15,08
TeO^3	3,01	»	»	»	3,01
MoO^3	0,43	»	»	»	0,43
CaO	»	»	0,63	»	0,63
Al^2O^3	1,23	»	»	»	1,23
CO^2	1,19	»	»	»	1,19
SiO^2, Al^2O^3, Fe^2O^3 insoluble	1,51	»	»	»	1,51
					99,47

L'analyse n° 1 a été faite sur 0g,4395; n° 2, sur 0g,3311; n° 3, sur 0g,2366; n° 4, sur 0g,500.

Des essais préliminaires, faits sur le minéral incomplètement purifié, ont donné : PbO, 45,41; UO^3, 31,48; P^2O^5, 12,80; perte au feu, 3,73.

J'ajouterai, au sujet de la présence du tellure et du molybdène dans ce minéral, que ces éléments ont été trouvés également dans la chalcolite; qu'en outre, la pechblende de Kasolo renferme du sélénium et du molybdène.

Le minéral soumis à l'analyse renfermait encore quelques paillettes de chalcolite, ce qui rend compte des 0,25 de CuO. Il est radioactif.

Le minéral est donc un phosphate de plomb et d'uranyle hydraté. Déduction faite des impuretés et en rapportant à 100, on trouve pour ses constituants :

		Nombre moléculaire.
PbO	49,11	0,22
UO^3	32,59	0,11
P^2O^5	16,56	0,11
H^2O	1,71	0,09

Ces chiffres conduisent à la formule

$$2PbO.UO^3.P^2O^5.H^2O.$$

Ce minéral est nouveau. Je propose de lui donner le nom de *parsonsite* en le dédiant à mon collègue A.-L. Parsons, professeur de minéralogie à l'Université de Toronto (Canada).

GÉOLOGIE. — *Sur le prolongement, entre Belfort et Thann, des accidents tectoniques de la bordure secondaire située au sud du massif vosgien.* Note de Mlle **Germaine Cousin**, présentée par M. Émile Haug.

Dans une Note antérieure [1], j'ai décrit, depuis le massif de Chenebier jusqu'à 10km au NE de Belfort, les relations tectoniques de la « falaise sous-vosgienne », d'origine jurassienne, avec les « collines sous-vosgiennes » qui font partie du massif ancien. J'envisage ici, entre Saint-Germain et Thann, le prolongement septentrional de la zone précédente. Des lambeaux de terrains secondaires s'y montrent encore, plaqués contre le massif primaire. On peut donc suivre, sur près de 80km, de Rougemont (Haute-

(1) G. Cousin, *Observations tectoniques sur les terrains secondaires de la bordure méridionale des Vosges* (*Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 949).

Saône) aux environs de Thann, l'avancée nord-ouest extrême du Jura sur son avant-pays vosgien. Sur toute cette longueur, les couches secondaires de bordure appartiennent ainsi à une même unité tectonique. En Haute-Saône, les assises triasiques et jurassiques qui la constituent montrent, dans l'ensemble, une succession continue. Elles se segmentent au contraire et s'étirent dans les environs de Belfort, puis deviennent de plus en plus discontinues et fragmentaires au NE. C'est en effet dans cette partie septentrionale que les couches jurassiques montrent leur maximum de progression sur le bord vosgien, contre lequel elles s'écrasent et se morcellent, en poussant devant elles un bourrelet de Permo-Trias d'épaisseur variable.

A. Entre Saint-Germain et Lauw, les bandes jurassiques étirées, que j'ai décrites aux environs de Roppe, n'affleurent plus, car elles sont masquées par des marnes miocènes ou par des alluvions. Cependant, des échantillons de brèche de friction à éléments jurassiques, recueillis dans des travaux de terrassement, entre Saint-Germain et Romagny, permettent d'envisager la continuité des accidents de Roppe, retrouvés, cette fois, au delà de Lauw.

Entre ce front jurassique et le massif ancien se trouve une bande permotriasique : large de 2^{km} à Bourg, elle s'amincit au NE et n'a plus que quelques mètres d'épaisseur vers Lauw. Les argiles et sables qui la constituent ont dû servir de tampon entre les couches rigides des lambeaux jurassiques et le massif primaire. Toutefois, leur rôle n'a pas été uniquement passif : le Permo-Trias semble avoir progressé vers le NW. Son contact avec le Dévonien ou le Houiller métamorphique est souligné par une zone de broyage qu'on peut suivre de Bourg à Romagny, en passant dans la forêt à l'ouest du bois du Châtelet. Au NE de Romagny, des alluvions masquent cette structure jusqu'à l'est de Rougemont-le-Château. Sur la route de Leval on retrouve, sur du Viséen métamorphique, le Permien supérieur et la base du Grès Vosgien.

Ce contact, interprété sur la Carte géologique au 80000e comme un effondrement, est figuré par une faille à tracé rectiligne. L'étude attentive de la région me fait, par contre, relier cet accident, de *tracé sinueux*, à l'accident Bourg-Romagny et à le considérer comme un *contact anormal par chevauchement*. Dans le bois de Leval, le contact entre le bourrelet permo-triasique et le massif primaire est masqué, cette fois, par des formations glaciaires; mais on retrouve des argiles permiennes écrasées contre le massif ancien vers le Hochwaldschlag, au S de Lauw. Ce Permien laminé se poursuit sur la rive gauche de la Doller, le long du vieux chemin de Lauw à Sentheim.

B. On peut observer, de Lauw à Sentheim, contre la lame permo-triasique, des paquets broyés de la « falaise » secondaire.

Ce sont trois segments superposés de la bordure jurassique, qui ont progressé sur le Permo-Trias et sont venus, en se chevauchant, se redresser contre le Viséen métamorphique. Cette progression et l'arrêt brusque contre le butoir hercynien ont déterminé dans ces lambeaux des zones fortement broyées et des différences de pendage qui m'ont permis d'individualiser les trois écailles.

1° Le premier lambeau, long de 1200^{m}, dirigé SSW-NNE, est coupé normalement à sa direction, par la Doller; mais les témoins qui subsistent de chaque côté de la vallée permettent de reconstituer l'ensemble. C'est une série jurassique plaquée contre la lame permo-triasique; elle est très étirée, incomplète (Bajocien, Bathonien) sur la rive droite de la Doller, plus complète (Lias inférieur au Bathonien) sur la rive gauche. Dans la partie sud-ouest du lambeau, les calcaires oolithiques bathoniens sont recouverts par des marnes grises, surmontées d'arkoses et de sables blancs grossiers, rapportés par Andreæ (1) à la partie supérieure de l'Oligocène moyen (classification allemande), c'est-à-dire au niveau des argiles à *Septaria* du Bas-Rhin et des schistes à Poissons de Froidefontaine (2), soit à la partie supérieure du Rupélien. Au NE, le terme supérieur de cette écaille est le Bathonien, qui se trouve chevauché par le Séquanien broyé du troisième lambeau. Toutes les assises secondaires et tertiaires de cette série ont un pendage général de 50° environ au SE.

2° Le deuxième lambeau est au NNE du précédent, également en contact direct avec le Permien. C'est une lame de Muschelkalk, de direction SW-NE, épaisse de 60^{m} environ et enfoncée, comme un coin, dans les argiles permiennes. Les calcaires triasiques plongent, dans l'ensemble, à 70° au SE et sont très broyés dans la portion occidentale du lambeau. Cette lame de Muschelkalk, décollée, ayant progressé sur le Grès Bigarré, a poussé par places, devant elle et sous elle, des paquets de sables. Ceux-ci affleurent, injectés de Permien, dans le ravin voisin du four à chaux de Lauw.

3° Directement sur ces deux premiers lambeaux se place le troisième, de direction WSW-ENE. Sa zone frontale plonge sous les calcaires triasiques

---

(1) A. Andreæ, *Ein Beitrag zur Kenntniss des Elsaesser Tertiärs* (*Abh. z. geol. Specialk. v. Els.-Lothr.*, t. 2, 1884, p. 226).

(2) W. Kilian, *Sur les terrains tertiaires du Territoire de Belfort et des environs de Montbéliard* (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. 12, 1884, p. 739).

de la deuxième série et sa partie E chevauche le Bajocien du premier lambeau. Ce dernier segment, le plus oriental et le plus élevé, tectoniquement et topographiquement, montre des couches très redressées. Les calcaires à entroques et oolithiques du Bajocien en forment la partie frontale, avec un pendage au NW voisin de 80°. Ils sont très bréchoïdes et imprégnés de bitume. Au SE, sous le Bajocien, se trouve une bande de Bathonien vertical de même direction. Sur les têtes de bancs de l'Oolithique inférieur s'étend une masse subhorizontale de Séquanien entièrement écrasé.

C. Plus au NE j'ai reconnu d'autres témoins jurassiques, toujours dans la même situation par rapport au massif ancien. Le premier, entre Burbach-le-Bas et Rammersmatt est également formé de lambeaux superposés et broyés, le Secondaire étant directement écrasé contre le Houiller. Un deuxième témoin, au NE de Limbach, m'a fourni des échantillons d'une brèche composite à éléments jurassiques, triasiques et même carbonifères, ce qui semble indiquer une translation à grande distance sur le substratum primaire. Ce dernier témoin de la bordure secondaire au SW de Thann s'intercale, cette fois, entre le massif primaire et le bourrelet permo-triasique qui affleure au SE de Limbach, sur la route Belfort-Thann, formé seulement de Grès Bigarré broyé. Les couches jurassiques ont donc non seulement poussé devant elles le Permo-Trias sur lequel elles progressaient, elles l'ont dépassé et sont venues, toujours poussées plus au NW, s'écraser contre le massif hercynien.

L'étude de ces faits amène à considérer ces lambeaux secondaires comme des débris redressés et broyés de la bordure jurassique des Vosges, poussée, loin au NW, par les mouvements tangentiels qui ont donné naissance à la chaîne du Jura.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Valeurs des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux (Seine-et-Oise) au 1er janvier* 1923. Note de M. **Ch. Dufour**, présentée par M. Daniel Berthelot.

Les observations magnétiques ont été continuées en 1922 à la station de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris au Val-Joyeux, commune de Villepreux, dans les mêmes conditions que les années précédentes.

Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1923 résultent de la moyenne des valeurs horaires relevées au magnétographe Mascart le 31 dé-

cembre et le 1[er] janvier et rapportées à des mesures absolues faites par M. J. Itié le 30 décembre et le 2 janvier.

La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1[er] janvier 1922 (1).

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux.
(Latitude 48°49′16″; longitude 2°0′52″E. Gr.)

	Valeurs absolues pour l'époque 1923,0.	Variation séculaire.
Déclinaison	12°26′,2	—10′,9
Inclinaison	64°39′,3	—0′,8
Composante horizontale	0,19656	—0,00009
» verticale	0,41498	—0,00043
» nord	0,19195	+0,00005
» ouest	0,04233	—0,00063
Force totale	0,45918	—0,00043

OCÉANOGRAPHIE. — *Les Tables hydrographiques de Knüdsen, l'eau normale et les limites d'erreur dans l'analyse de l'eau de mer.* Note de MM. **Odon de Buen** et **José Giral**, présentée par M. Joubin.

Depuis la création de l'Institut espagnol d'Océanographie, on s'y préoccupe des importants problèmes qui font l'objet de cette Note. Dans ses Laboratoires, on a analysé un grand nombre d'échantillons d'eau de mer recueillis pendant les derniers mois de 1919 et le commencement de 1920, avec l'aviso de guerre *Giralda*, et principalement au cours du rapide voyage accompli en novembre 1920 en conduisant S. A. S. le Prince Albert I[er] de Monaco, de Lisbonne à Marseille. Il a été le dernier voyage océanographique dirigé par le si regretté Membre de l'Institut.

Dans la pratique des analyses d'eau de mer on exige, par suite d'un accord international, un degré de précision supérieur aux possibilités de la technique opératoire et aux facteurs variables indépendants de l'habileté du chimiste. Des variations dans les valeurs internationales acceptées pour les poids atomiques, et d'autres circonstances, telles entre autres que la quantité d'eau employée ordinairement dans l'analyse, ont une influence impor-

(1) *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 185.

tante. Il faut tenir compte de ces considérations quand on indique les résultats des analyses et spécialement quand on désire établir la constance de certaines relations entre les quantités de certains éléments de l'eau de mer.

Un grand nombre d'océanographes ont soutenu l'idée de la constance dans les rapports entre les quantités de sulfates et de chlorures $\frac{SO^3+100}{Cl}$ entre le calcium et le magnésium $\frac{Ca+100}{Mg}$; de la densité au chlore $\frac{\sigma}{Cl}$; du chlore à la salinité $\frac{Cl}{S}$, etc. Nous avons fait une longue série de travaux pour démontrer le contraire.

En ce qui concerne le rapport $\frac{SO^3+100}{Cl}$, nous avons pratiqué 56 déterminations de sulfates et 56 de chlorures. Nous avons trouvé pour ce rapport une valeur minimum de 9,91 et une valeur maximum de 12,98, avec une moyenne de 12,07. Les valeurs trouvées par d'autres investigateurs, et dans d'autres mers, oscillent entre 11,58 et 11,71 (Manuelli), 11,60 (Ruppin), 11,13 (Lab. Nancy), etc. On voit donc bien l'inconstance de ce rapport. Un fait analogue a été prouvé par MM. Bertrand et ses collaborateurs [1] pour le rapport entre le calcium et le magnésium.

Entre les valeurs des identités obtenues directement et celles calculées au moyen des « Hydrographische Tabellen », on avait déjà trouvé des discordances signalées dans l'Institut espagnol d'Océanographie par le professeur Ferrer. MM. Thoulet, Chevallier, Allemandet et autres investigateurs ont fait aussi des études concluantes sur cette question. Nous aussi avons fait des études analogues en comparant des densités calculées avec les Tables de Knüdsen et celles déduites de l'indice de réfraction.

La détermination directe du rapport du chlore à la salinité a été l'objet principal de nos investigations. La salinité a été déterminée par un procédé analogue à celui qu'emploie Sörensen [2] et c'est elle qui figure dans leur formule

$$S = 0'03 + 1'80\,Cl,$$

avec laquelle ils ont calculé les Tables. Les résultats obtenus par nous ne sont pas d'accord avec la constance de ladite relation, comme on peut l'observer dans les exemples suivants :

---

(1) *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1251.

(2) *Berichte über die Konstantenbestimmungen zür Aufstellung der Hydrographischen Tabellen.*

Numéros des opérations.	Cl direct.	Salinité directe.	Salinité par formule.	Différence.
1698.......	20,06	36,45	36,24	0,21
1721.......	20,75	37,40	37,47	0,07
1738.......	20,85	37,79	37,69	0,10
1756.......	21,08	37,10	38,08	0,98
1760.......	20,06	36,24	36,26	0,02

Étant démontrés les changements que la composition relative des sels totaux de l'eau de mer subit selon la localité où elle a été recueillie, il n'est pas possible d'accepter, comme eau normale pour la détermination volumétrique du chlore, le même liquide pour toutes les mers; mais il est nécessaire d'employer une eau normale la plus analogue possible en composition à celle que nous devons analyser. De nos études nous concluons que :

1° Les résultats des analyses de l'eau de mer, sans aucune exception, doivent être donnés avec, au plus, deux chiffres décimaux.

2° Il n'existe pas de constance dans aucun des rapports entre les quantités des ions ou radicaux qui composent l'eau de mer. Un grand nombre de ces rapports sont seulement grossièrement approchés.

3° La relation entre la quantité de chlore et la salinité établie par la formule $S = 0',03 + 1,08\,Cl$, n'est pas non plus exacte, mais elle a une approximation suffisante pour certains travaux.

4° Ladite formule et les « Tables hydrographiques » de M. Knüdsen, calculées avec elle, sont très utiles pour les travaux de pêche et de biologie, mais doivent être repoussés dans les travaux sur la dynamique océanique et d'autres travaux océanographiques.

5° On doit fixer l'attention des océanographes sur le concept restreint de salinité établie par lesdites Tables, qui n'est pas d'accord exact avec la dénomination de « Contenu total en substances solides dissoutes dans l'eau de mer ».

6° L'emploi de l'eau normale préparée par un seul laboratoire et correspondant à une seule mer, doit être remplacé par des liquides types faits avec des eaux correspondant à la mer même qu'on veut étudier.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la perte de lumière à Paris et dans les environs.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. Bigourdan.

Le Service météorologique de la Ville de Paris a entrepris l'étude de l'influence des fumées de Paris sur la quantité de lumière reçue dans les divers quartiers de la ville et dans la banlieue.

Comme il faut pour cela un assez grand nombre de stations et d'observateurs, le type d'instrument utilisé doit être simple. C'est l'actinomètre totalisateur ou lucimètre de Bellani qui a été choisi. J'ai eu l'occasion d'en signaler ici-même les défauts [1]. Le plus grave est que la table de correction qu'on dresse pour ramener les indications d'un de ces instruments à celles de l'étalon de Montsouris s'applique mal quand le ciel est couvert ou très nuageux. La période considérée (été) et la méthode de discussion (comparaisons de rapports) tendent à réduire le plus possible les effets de cette cause d'erreur.

Les stations, outre celles de Montsouris et de la Tour Saint-Jacques, ont été les suivantes :

Verrières-le-Buisson. — Établissements Vilmorin-Andrieux, à $8^{km},5$ au sud-ouest de l'enceinte de Paris. Observateur : M. Cazaubon.

Ville-Évrard. — Asile départemental, à $10^{km},5$ à l'est. Observateur : M. Tuffier.

Brévannes. — Hospice départemental, à $10^{km},5$ au sud-est. Observateur : M. Schubert.

Ivry. — Usine des Eaux, à 4^{km} au sud-est. Observateur : M. Legemble.

Ménilmontant. — Réservoirs des eaux, au bord est de Paris. Observateur : M. Suzoni.

Passy. — Réservoirs des eaux, au bord ouest de Paris. Observateur : M. Tamisey.

Boulogne. — A 1^{km} à l'ouest de l'enceinte. Observateur : M. A. Henry.

Juvisy. — Observatoire Flammarion, à 14^{km} au sud. Observateur : M. Quénisset.

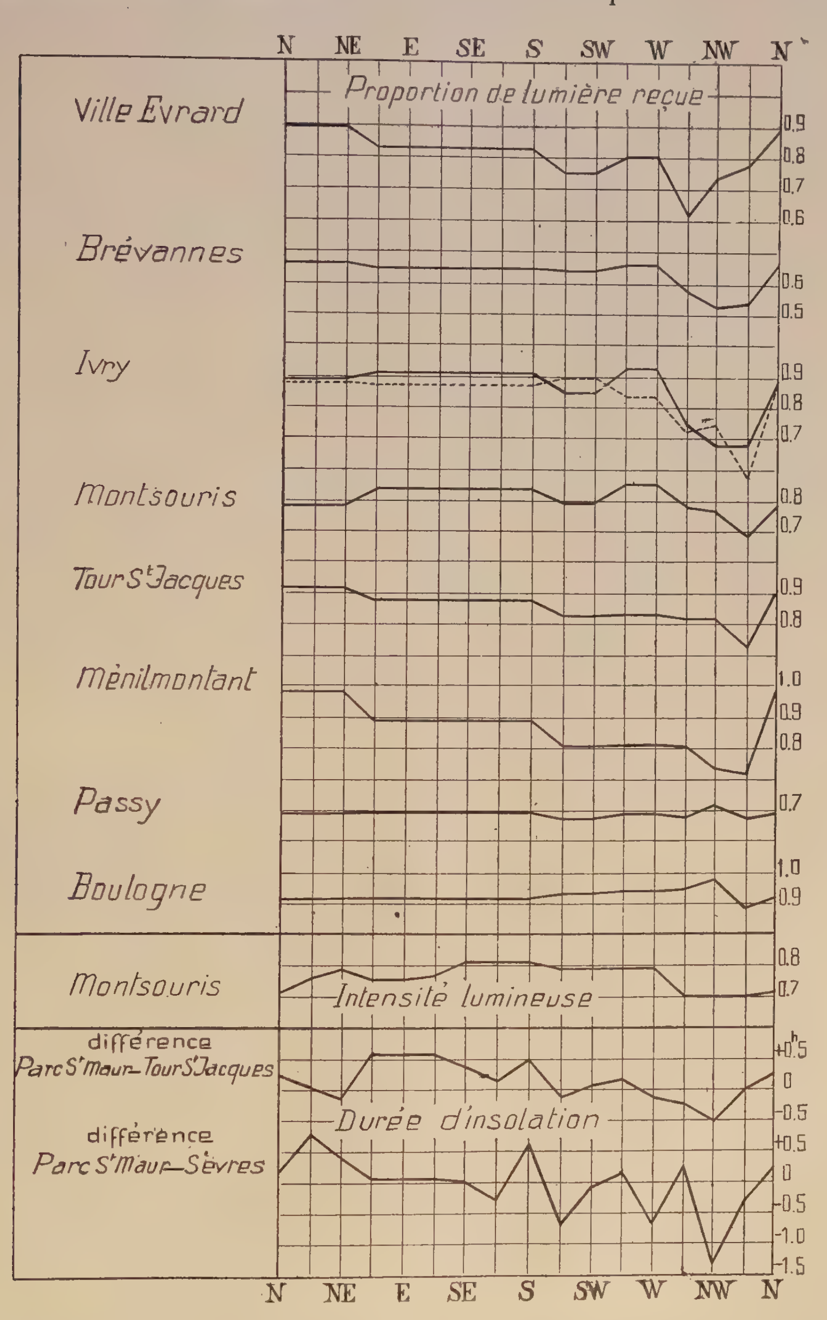
Les nombres représentatifs des quantités de lumière reçues en 24 heures ont été classés, pour chaque station, suivant la direction moyenne du vent au sommet de la Tour Saint-Jacques, en distinguant autant de directions que le nombre des observations le permettait : N à NE, ESE à S, SSW-SW, WSW-W, WNW, NW et NNW. On a fait le total pour chacune de ces sept directions et on a pris, pour chaque station, le rapport du total relatif à chaque direction au total correspondant de Verrières.

La partie supérieure de la figure ci-contre montre comment varient

---

(1) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 851.

ces rapports avec la direction du vent. On voit qu'à Ville-Évrard, par



vent d'WNW, venant du nord de Paris, le rapport est de 0,62, alors qu'il est de 0,83 par vents d'ENE à S.

La valeur absolue de ces nombres a peu de signification, pour la raison indiquée au début, mais leur comparaison fait ressortir une perte de lumière de 25 pour 100.

A Brévannes, le vent le plus défavorable est, comme on pouvait s'y attendre, celui du NW. La perte est alors de 18 pour 100.

A Verrières, les seuls vents venant de Paris sont ceux de N à NE, qui viennent au contraire de la pleine campagne pour Ville-Évrard et Brévannes. La hausse du rapport dans l'une et l'autre de ces stations pour cette direction du vent semble indiquer une diminution du dénominateur commun, c'est-à-dire de la quantité de lumière à Verrières.

Pour Juvisy, les observations remontent à septembre 1921, mais avec de nombreuses lacunes, surtout en été. On a pris le rapport Ivry : Juvisy pour l'ensemble des observations jusqu'à octobre 1922 inclus, en laissant de côté les jours sans soleil. Les valeurs de ce rapport suivant la direction du vent sont indiquées par un trait interrompu; elles s'accordent en gros avec celles du rapport Ivry : Verrières.

Faute de place, il est impossible de compléter ici l'exposé des résultats. L'examen du graphique y suppléera.

La diminution de lumière que l'on constate lorsque le vent vient de Paris peut tenir, soit à la diminution de la transparence de l'atmosphère par suite des fumées, soit à l'augmentation des nuages. L'importance de la première cause est mise en évidence dans la figure par la courbe de l'intensité lumineuse à Montsouris, d'après les observations faites avec l'actinomètre d'Arago, par ciel clair, en plein été et au milieu du jour, durant 9 années.

Quant à l'accroissement de la nébulosité au-dessus de Paris, les mesures néphométriques de Montsouris et de la Tour Saint-Jacques en ont fourni depuis longtemps la preuve [1]. La comparaison des durées d'insolation au Parc Saint-Maur, à la Tour Saint-Jacques et à Sèvres (observatoire de M. Eiffel), en fonction de la direction du vent, montre que quand le vent vient de Paris, il y a au Parc Saint-Maur, à 8^{km} de la ville, un déficit très sensible de l'insolation et par conséquent un excès de nuages.

En résumé, il semble établi que la perte de lumière due aux fumées et à l'augmentation des nuages se fait sentir jusqu'à une grande distance de Paris, du côté où va le vent. A 10^{km} à l'Est et au Sud-Est, elle paraît être encore de 15 à 25 pour 100, lorsque le vent vient de la ville. Pendant l'année courante, nous espérons pouvoir étendre et préciser ces recherches.

---

[1] *Annuaire de la Société météorologique de France*, 61e année, 1913, p. 181.

BOTANIQUE. — *Sur l'amidon des Algues Floridées.*
Note de M. G. **Mangenot**, présentée par M. L. Mangin.

L'amidon des Algues Rouges présente des caractères spéciaux, morphologiques et microchimiques incontestables.

On tend cependant (Kolkwitz, Kylin) à le considérer comme une simple variété de l'amidon ordinaire, présentant, avec ce dernier, le caractère commun d'être formé par des plastes et n'en différant que par des particularités physiques secondaires, analogues à celles séparant l'une de l'autre les nombreuses variétés connues d'amidon typique. Dans un travail précédent, j'ai montré qu'il existe, au contraire, de grandes différences entre l'amidon de certaines Floridées et les amidons ordinaires. Une étude beaucoup plus complète d'exemples nombreux pris dans tous les groupes d'Algues Rouges, m'a permis de préciser mes résultats antérieurs et d'obtenir ainsi des conclusions générales, dont je crois utile de donner un court résumé.

I. L'amidon des Floridées offre, dans l'ensemble des Algues Rouges, des caractères très constants. Il se présente sous l'aspect de grains que la solution iodo-iodurée *colore* en brun violacé; la nuance brune prédomine dans certains genres; la teinte violacée dans d'autres, mais ces variations tinctoriales, comportant tous les intermédiaires, semblent n'être que d'importance secondaire. La *forme* des grains est variable; lorsqu'ils sont très petits, on ne saurait la définir exactement; plus volumineux, ils paraissent irrégulièrement polyédriques; les plus gros affectent, suivant les types, soit l'aspect d'un disque concave, soit celui d'un ovoïde avec hile et couches concentriques difficilement visibles. Ces aspects sont assez fragiles, et des réactifs divers les altèrent profondément; par exemple le formol dont j'ai fait connaître l'action, sans modifier pour autant les caractères de coloration par l'iode. La solution iodo-iodurée elle-même gonfle toujours quelque peu les grains d'amidon, produisant, si ces derniers sont abondants, un effacement de leurs contours individuels, et donnant à leur ensemble l'aspect d'une masse diffuse rappelant, parfois à s'y méprendre, la disposition d'une plage de glycogène dans une cellule animale.

II. On ignorait jusqu'à présent par quels processus morphologiques apparaît l'amidon des Floridées. Certains auteurs, Schimper et Belzung en particulier, avaient admis que les granules amylacés des Algues Rouges n'ont aucun rapport génétique avec les plastes. Mais cette conception n'a

pas fait beaucoup d'adeptes et les algologues modernes ayant étudié spécialement la question (Darbishire, Henckel, Kylin) se déclarent généralement convaincus que l'amidon floridéen, comme l'amidon typique, est formé par les plastes. Mes observations à ce sujet sont très nettes : jamais l'amidon floridéen ne présente de rapports génétiques avec les plastes. On ne peut même pas observer, comme Schmitz l'avait admis, de constantes relations de voisinage entre cette substance et les chromatophores. Il y a indépendance morphologique absolue. Si l'on étudie l'origine de l'amidon floridéen dans des régions du thalle où débute l'accumulation de cette substance, on observe, quelle que soit l'Algue examinée, les phénomènes suivants. L'amidon apparaît à l'état de corpuscules extrêmement ténus, de forme indéfinissable, situés dans le cytoplasme, généralement à la périphérie du noyau; le nombre de ces corpuscules s'augmentant rapidement, ces derniers forment bientôt, au pourtour du noyau, un cercle granuleux tellement net que, chez certaines Algues (*Delesseria; Griffithsia*), le noyau n'a pu être repéré que grâce à sa couronne amylacée. Ces relations morphologiques du noyau avec les grains d'amidon floridéen, déjà entrevues par Schimper, sont évidemment très suggestives. Je pense qu'elles sont bien l'indice d'une participation active du noyau au processus synthétique dont résulte l'amidon. S'il n'y avait là qu'un groupement dû à l'accumulation des grains dans la région cytoplasmique de plus grande capacité, les apparences seraient autres : les premiers granules formés ne seraient pas si régulièrement au contact de la périphérie du noyau et les images d'amidon circumnucléaire ne cesseraient de s'accuser à mesure que la quantité de grains amylacés s'accroîtrait. Or, le contraire se produit : les grains d'amidon apparus au pourtour du noyau s'en éloignent, entraînés par les courants cytoplasmiques, dès qu'ils ont atteint une certaine taille, variable avec les conditions physiologiques de la cellule envisagée. Ils se répandent dans toutes les parties du corps cellulaire et tombent même assez souvent dans les vacuoles où on les voit, s'ils sont très petits, animés de vifs mouvements browniens.

III. Concernant le rôle physiologique de l'amidon floridéen j'ai observé les faits suivants : cette substance s'accumule dans les régions de croissance ralentie et de photosynthèse amoindrie. C'est ainsi que l'amidon paraît surtout abondant dans les thalles déjà vieux; par exemple, les frondes de *Rhodymenia palmata* Grev., toujours assez pauvres en amidon, se montrent particulièrement dépourvues de cette substance lorsqu'elles sont jeunes et en voie de croissance; des thalles âgés, verdis, renferment au contraire une

assez notable proportion d'amidon; mais les nouvelles frondes marginales poussant de la surface de ces vieilles plantes, bien colorées en rouge, croissant et, d'après les résultats de Wurmser, assimilant activement, ne montrent pas trace de matières amylacées. De même, les filaments chantransiformes des *Lemanea*, dont la croissance et l'assimilation sont actives, sont dépourvus d'amidon; à mesure que, par leur base, ils se transforment en rhizoïdes, cette substance apparaît, s'amasse dans leurs cellules qu'elle finit par remplir complètement.

L'amidon s'accumule aussi dans les cellules qui se différencient en vue de la reproduction (oogone et éléments auxiliaires, à rôle nutritif l'accompagnant si souvent). On résume tous ces cas en remarquant que l'apparition d'amidon manifeste un excédent des produits immédiats de la photosynthèse par rapport aux besoins de la consommation. Les processus assimilateurs forment, sans aucun doute, des sucres simples; mais, dans des conditions de croissance active, ces sucres sont aussitôt employés : j'ai souvent recherché, au moyen de la technique de Senft, à caractériser, par leur osazone, les sucres qui pourraient exister dans les cellules dépourvues d'amidon. Comme Tihomirow et Kylin, mes prédécesseurs dans cette voie, je n'ai jamais obtenu que des résultats négatifs.

IV. Au point de vue chimique, on sait que l'amidon des Floridées produit, après hydrolyse complète, un sucre en C^6, du dextrose d'après Kylin. Ce résultat très net de l'algologue suédois, confirmant ceux, plus anciens, d'Errera, son exactitude pouvait être considérée comme admise. J'ai voulu néanmoins la contrôler. Mais, ne disposant que de faibles quantités de substance, je me suis borné à caractériser, par la réaction de l'orcine de G. Bertrand, la nature générale des sucres résultant d'une hydrolyse chlorhydrique; je n'ai pu que vérifier les résultats précédents.

Ainsi l'amidon des Floridées, aux points de vue chimique et physiologique, se comporte comme l'amidon typique. Les colorations iodées l'en distinguent légèrement. Mais ses caractères essentiels sont d'ordre cytologique, c'est-à-dire que son mode de formation est absolument différent de celui de l'amidon banal. Celui-ci naît dans des plastes, celui des Floridées dans le cytoplasme avec la participation probable du noyau. Ces divergences, encore accentuées par certaines réactions bien spéciales, telles que le gonflement sous l'influence de la solution iodo-iodurée, traduisent probablement des différences *profondes*, d'ordre moléculaire ou colloïdal que les méthodes physico-chimiques actuelles, encore trop grossières, ne peuvent apprécier.

BOTANIQUE. — *Nouveau mode de division cellulaire chez les Conjuguées unicellulaires* (*Desmidiacées* sensu lat.). Note de M. A. DE PUYMALY, présentée par M. P.-A. Dangeard.

La plupart des auteurs rangent l'ensemble des Conjuguées unicellulaires dans la famille des Desmidiacées et tous admettent que la division cellulaire de ces Algues a lieu constamment dans la même direction. Autrement dit, les cloisons qui se forment au cours des divisions successives seraient, d'après cette notion classique, toutes parallèles entre elles. Or, l'examen du *Cylindrocystis crassa* de Bary, espèce aérienne que j'ai récoltée dans les Pyrénées, m'a conduit à des conclusions bien différentes.

Dans cette plante, de Bary (1) avait déjà remarqué qu'un grand nombre de cellules filles montraient deux amylosphères disposées sur une ligne perpendiculaire à l'axe longitudinal de la cellule mère, puis s'allongeaient de préférence suivant cette ligne. Toutefois, n'ayant observé une telle disposition que sur des cellules filles dont les parois en regard étaient déjà convexes, il se demande si cet agencement ne résulterait pas du déplacement d'une cellule fille par rapport à l'autre. Aussi lui a-t-il été « impossible de décider avec une entière certitude » si l'espèce en question se divise ou non suivant deux directions perpendiculaires.

Lütkemüller (2) prétend, au contraire, que dans le genre *Cylindrocystis*, « la division cellulaire ne montre aucune particularité » et « se passe comme chez toutes les Desmidiacées saccodermées ». « Les données de de Bary..., ajoute-t-il, ne résistent pas à un examen approfondi. »

La disposition des amylosphères qui avait frappé de Bary, Lütkemüller l'a retrouvée dans certaines cellules qui, d'après lui, évoluent de la manière suivante : aussitôt après le cloisonnement, chaque cellule fille renferme un seul chloroplaste muni de deux amylosphères juxtaposées; ces dernières, puis le chloroplaste, ne tardent pas à se segmenter suivant un plan qui coupe à angle droit l'axe longitudinal de la cellule mère, tandis que le noyau se place finalement dans l'espace compris entre les deux nouveaux chloroplastes. A ce moment-là, les deux cellules filles, renfermant chacune deux

(1) A. DE BARY, *Untersuchungen über die Familie der Conjugaten*. Leipzig, 1858, p. 37.

(2) J. LÜTKEMÜLLER, *Die Gattung* Cylindrocystis *Menegh* (*Verhandlungen der kais.-Kön. zool.-bot. Gesellschaft in Wien*, Bd 63, 1913).

chloroplastes et quatre amylosphères, ont acquis la structure que possédait leur cellule mère et les mêmes phénomènes recommencent. Dans ce processus, par conséquent, chaque chromatophore contient à tous moments de son évolution deux amylosphères et les cloisons qui se succèdent sont toujours parallèles entre elles. Or cela ne cadre pas avec mes observations qui justifient au contraire les présomptions de de Bary.

Les cellules du *Cyl. crassa* sont entourées d'une enveloppe mucilagineuse plus ou moins persistante, qui, à la manière de celle des *Gloeocapsa*, se distend au fur et à mesure que la cellule se divise, de telle sorte que plusieurs générations successives, munies chacune de leur gaine propre, se trouvent souvent incluses dans la gaine de la cellule mère dont elles descendent. Par suite, les rapports de situation que les diverses cellules ont entre elles, au cours de leur multiplication, sont en grande partie conservés et renseignent sur la direction des cloisonnements qui se sont succédé. J'ai pu, notamment, observer à plusieurs reprises la disposition suivante : dans une gaine ellipsoïdale, dont la forme correspondait évidemment à celle de la cellule mère qui l'avait produite, se trouvaient deux cellules filles de même forme, mais dont le grand axe était perpendiculaire au grand axe de la gaine précédente; de plus, l'une d'entre elles s'était déjà divisée en deux cellules petites-filles par une cloison transversale, parallèle par conséquent au grand axe de la gaine en question. Bien que cet aspect soit suffisamment probant, j'ai tenu à suivre sur le vivant les principales phases de la division cellulaire. Celle-ci débute par l'apparition d'une zone claire équatoriale au niveau de laquelle se montre bientôt la nouvelle cloison transversale sous forme d'un diaphragme annulaire dont l'orifice finalement se ferme. Chacune des deux cellules filles ainsi délimitées ne présente au début qu'un grand chloroplaste central dont l'amylosphère primitive s'est déjà divisée en deux ou ne tarde pas à le faire. Les deux amylosphères résultantes, tout d'abord contiguës, s'éloignent bientôt l'une de l'autre le long d'une ligne qui définit la direction d'allongement de la cellule fille. Or, dans la plupart des cas examinés, cette ligne s'est montrée perpendiculaire à l'axe longitudinal de la cellule mère primitive ; les cellules filles s'allongeaient donc dans un sens perpendiculaire à cet axe et la cloison transversale qu'elles prenaient dans la suite faisait naturellement un angle droit avec celle qui avait partagé leur cellule mère. Mais, dans quelques cas, la ligne suivant laquelle se séparent les amylosphères était parallèle à l'axe longitudinal de la cellule mère; les divisions consécutives s'accomplissaient alors dans la même direction.

Le plus souvent, par conséquent, la division cellulaire du *Cyl. crassa* se fait alternativement dans deux directions perpendiculaires. Parfois même, j'ai trouvé des groupes de cellules dont l'agencement révélait une division dans les trois directions de l'espace. Ce comportement ne diffère pas seulement de ce qui avait été observé jusqu'à présent chez les Desmidiacées *sensu lat.* Il exclut nécessairement l'existence d'individus formés de deux moitiés d'âge différent, ce qui est la règle pour la plupart des représentants de cette famille.

On sait d'autre part que, dans la grande majorité des Conjuguées unicellulaires, les quatre noyaux, issus de la division du noyau primitif du zygote, n'ont pas le même sort : deux dégénèrent, tandis que les deux autres donnent naissance à deux embryons. Chez le *Cylindrocystis Brebissonii* Menegh., au contraire, Kauffmann (1) n'a constaté aucune dégénérescence nucléaire et chaque zygote produit quatre embryons. S'appuyant avant tout sur ce caractère, manifestement primitif et déjà relaté par de Bary chez la même espèce ainsi que chez *Mesotœnium*, Oltmanns (2) sépare des autres Conjuguées unicellulaires, c'est-à-dire des Desmidiacées *sensu strict.*, les genres qui le possèdent et les réunit dans une famille spéciale, les Mésotæniacées qui, à son avis, représentent les Conjuguées les plus inférieures et les plus primitives. Or la division cellulaire exposée ci-dessus est évidemment d'un type tout à fait primitif et, en tout cas, moins différenciée que celle qui s'accomplit suivant une seule direction de l'espace. Ce fait nouveau vient donc corroborer la classification d'Oltmanns, que divers auteurs, G. S. West et Lütkemüller en particulier, ont combattue.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles expériences sur le phénomène de Broca et Sulzer (ondulation de fatigue).* Note de M. **Émile Haas**, présentée par M. Charles Richet.

L'étude des lumières brèves avait montré à Brücke que, dans un disque blanc et noir, le blanc semblait plus intense au moment du papillotement que lorsque le disque était au repos.

Broca et Sulzer ont fait l'étude quantitative du phénomène. Ils ont montré qu'après la phase de sensation faible due aux très courtes excitations, et bien étudiée par beau-

(1) H. Kauffmann, *Ueber den Entwicklungsgang von* Cylindrocystis (*Zeitschr. f. Botanik*, Bd 6, 1914).

(2) Fr. Oltmanns, *Morphologie und Biologie der Algen*, Iéna 1904, Bd 1, p. 52; 2e édition, 1922, Bd 1, p. 82.

coup d'auteurs, la sensation croît rapidement et atteint un maximum lorsque la durée de l'excitation est de l'ordre de quelques centièmes de seconde : c'est au voisinage de ce maximum que correspond le phénomène observé par Brücke. Ensuite, si l'on continue à faire croître la durée de l'excitation, la sensation décroît, d'abord vite, puis lentement, et devient constante.

D'après Broca et Sulzer, la courbe de la sensation montre une forme extrêmement accusée pour le bleu, beaucoup moins pour le blanc, moins encore pour le rouge, à peine marquée pour le vert; tous ces tons simples ou composés ayant été préalablement choisis de façon telle que leurs éclats en régime permanent fussent les mêmes. Pour un même ton, le maximum est d'autant plus précoce et accusé que l'éclat en régime permanent est plus grand.

Broca et Sulzer expliquent ces faits par l'action combinée des apports successifs d'énergie excitatrice, qui se somment sur la rétine, et de l'épuisement croissant des éléments rétiniens.

Jusqu'au maximum, c'est la première cause qui domine, ensuite c'est la deuxième. En conséquence, ils ont donné au phénomène représenté par la partie caractéristique de la courbe le nom d'ondulation de fatigue, et ils l'ont évalué à l'aide du rapport de l'excès de l'ordonnée maxima sur l'ordonnée correspondant au régime permanent, à cette dernière.

Ces auteurs se servaient de filtres à radiations. Ils éclairaient d'abord identiquement deux plages contiguës, puis réduisaient le temps d'éclairage de l'une d'elles à de courtes durées déterminées. Pour chacune de ces durées, la grandeur de la sensation était mesurée par l'éclat qu'il fallait alors donner à la plage fixe pour l'égaliser photométriquement avec la plage intermittente.

Reprenant ces expériences à l'aide des couleurs d'un spectrophotomètre, j'ai obtenu des résultats comparables à ceux de Broca et Sulzer. Néanmoins, je veux restreindre la présente Note à des expériences préliminaires d'un intérêt différent.

Les expériences avec deux plages contiguës sont délicates en raison de la difficulté de fixation. J'ai donc cherché un dispositif qui supprimât cette difficulté et permît, sinon de mesurer exactement le maximum, du moins de déterminer les limites de durée d'excitation entre lesquelles l'augmentation d'éclat est évidente.

Je me suis servi d'un spectroscope à deux prismes. Deux lames noircies limitent la région utilisée du plan focal, de sorte qu'on se trouve en possession d'une plage relativement homogène. L'éclairage est fourni par un filament rectiligne dont on forme successivement deux images réelles. La deuxième image couvre la fente du collimateur. Dans le plan de la première tourne un disque portant des évidements périphériques réglables, grâce auxquels on peut admettre la lumière pendant des durées déterminées, périodiquement reproduites.

Si l'on produit alors un éclat de courte durée, suivi bientôt d'un éclat prolongé, *le premier éclat semble manifestement plus grand que le second*, pourvu que certaines conditions numériques soient réalisées. Ces conditions sont précisément ce que l'expérience a d'instructif.

Tout d'abord, aucune observation n'est possible si le temps d'obscurité qui sépare le court du long éclat n'atteint pas $0'',12$. J'ai adopté pour toutes les expériences $0'',20$. J'ai donné au grand éclat une durée fixe d'environ $2''$; puis vient un repos de $2''$, et

cette succession se reproduit périodiquement. Le court éclat est seul variable. Voici quelles sont les limites de durée du court éclat entre lesquelles le phénomène est observable :

	50 lux.	100 lux.	200 lux.	300 lux.
Rouge 656	–	0″,08 et 0″,16	0″,06 et 0″,12	0″,04 et 0″,12
Jaune 589	0,08 et 0,13	0,04 et 0,09	0,03 et 0,08	0,025 et 0,07
Vert 530	–	–	0,06 et 0,25	0,03 et 0,25
Bleu 469	0,02 et 0,06	0,02 et 0,05	pas mesuré	pas mesuré

(Observations faites à l'aide de mon œil droit.)

J'ai trouvé le phénomène extrêmement peu marqué pour le vert et seulement observable au-dessus de 200 lux; un peu moins faible pour le rouge, mais observable seulement au-dessus de 100 lux; plus fort pour le jaune; très accusé pour le bleu. Il est encore perceptible pour le bleu 25 lux entre 0″,03 et 0″,07 et pour le bleu 12 lux entre 0″,03 et 0″,12.

Il y a lieu d'observer, quant à la valeur de ces résultats, que la comparaison simultanée de deux plages permettrait seule d'apprécier des différences délicates. L'observation d'une plage unique à deux instants voisins ne permet d'apprécier que des différences grossières. Cependant les limites inférieures trouvées pour les durées de l'excitation sont bonnes. Un accroissement de 0″,01 dans la durée d'excitation suffit en effet, dans la région critique de la courbe, pour que la courte excitation donne lieu à une sensation manifestement plus forte que la longue excitation; alors que pour une durée immédiatement inférieure c'est le contraire qui se produit. Au surplus, les limites inférieures données ci-dessus coïncident avec les résultats de la méthode des deux plages. Au contraire, les limites supérieures obtenues n'ont qu'une valeur d'indication. Elles correspondent, avec une exactitude restreinte, à l'instant où, la décroissance de la sensation cessant d'être rapide, la courbe s'infléchit pour prendre une pente beaucoup moins marquée.

Ces réserves faites, on voit que la durée nécessaire pour produire la sensation maximum est plus vite atteinte pour le bleu que pour toute autre couleur. Corrélativement, la sensation diminue plus tôt pour le bleu que pour toute autre teinte. Pour une même teinte, le maximum et la descente sont d'autant plus précoces que l'éclat de la source est plus grand.

D'après ces expériences, il semblerait que les premiers instants d'une excitation lumineuse continue dussent paraître plus éclatants que les instants suivants. Or il n'en est rien. Il est facile de concevoir que si, dans ces conditions, la variation de la sensation ne peut être perçue, c'est en raison même de sa continuité.

Il ne peut être question de valeur instantanée de la sensation se présentant comme un état de conscience distinct, que dans le cas où elle n'est pas immédiatement suivie par une autre sensation.

Pour observer le phénomène, il faut établir une courte excitation, puis un repos ou discontinuité, puis une excitation plus longue. Le temps de repos correspond à la durée nécessaire d'une opération de jugement préparant la comparaison.

Au surplus, cette comparaison s'établit, non point entre les valeurs instantanées respectives de la sensation à la fin du court éclat et au début du long éclat, mais entre deux états de conscience qui sont les résultantes respectives des sensations instantanées pendant la courte et pendant la longue excitation.

MICROBIOLOGIE. — *Importance des sels ammoniacaux organiques dans la production de la pyocyanine par le bacille pyocyanique.* Note de MM. **A. Goris** et **A. Liot**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons établi que les sels ammoniacaux des acides organiques bibasiques étaient de bons aliments pour le B. pyocyanique et de bons générateurs de pyocyanine ([1]) et que les acides aminés donnaient de moins bons résultats que ces sels ammoniacaux ([2]). Enfin nous avons constaté que les sels ammoniacaux des acides organiques monobasiques pouvaient également être employés avec succès. Le sel ammoniacal organique convient donc au développement du B. pyocyanique, il lui est absolument nécessaire; ne serait-il pas le seul principe indispensable à son existence?

A l'appui de cette hypothèse, nous rapportons les expériences suivantes :

I. *Cultures en présence de sels ammoniacaux minéraux et d'hydrates de carbone, séparés.* — Si l'on cultive le bacille sur milieu gélosé minéralisé, additionné des sels ammoniacaux suivants : carbonate, chlorhydrate, sulfate, azotate ou phosphate (en quantité calculée telle que chaque tube renferme 0g,011 d'ammoniaque), les résultats observés sont *négatifs*.

En présence des sucres et des alcools mis en expérience : glucose, lévulose, glycérine, mannite, ajoutés à la dose de 0g,10-0g,15 à chaque tube de gélose, le microbe se développe modérément sans que l'on connaisse les modifications qu'il fait subir à la substance hydrocarbonée. Cependant la culture sur ces milieux, additionnés de tournesol, fait virer l'indicateur au rouge.

([1]) A. Goris et A. Liot, *Observations sur la culture du B. pyocyanique sur milieux artificiels définis* (*Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 1622).

([2]) A. Goris et A. Liot, *Nouvelles observations sur la culture du B. pyocyanique sur milieux artificiels définis* (*Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 575).

II. *Cultures en présence d'hydrates de carbone et de sels ammoniacaux minéraux, associés.* — En réunissant dans un même milieu et successivement chacun des sels ammoniacaux minéraux et chacun des hydrates de carbone envisagés ci-dessus et en les utilisant dans les mêmes proportions que dans les cas où ils sont pris isolément, on constate que les cultures sont abondantes et que la pyocyanine se produit surtout dans les tubes contenant du carbonate ou de l'azotate d'ammoniaque.

III. *Cultures en présence d'hydrates de carbone et d'ammoniaque pure.* — On ajoute à des tubes de gélose minéralisée renfermant respectivement du glucose, du lévulose, de la glycérine ou de la mannite, une quantité d'ammoniaque $\frac{N}{10}$ telle que le milieu renferme, non plus $0^{g},011$ d'ammoniaque, car le milieu serait trop alcalin, mais une dose moitié moindre, introduite avec certaines précautions. Dans ces conditions, le microbe pousse lentement et au bout de 6 jours on observe une coloration verte très nette, mais seulement en présence du glucose, du lévulose et de la mannite. La production d'acides nécessaires à la neutralisation de l'ammoniaque a exigé plusieurs jours, mais une fois le sel formé, la production de pyocyanine s'est rapidement accentuée. Ces résultats peuvent s'expliquer par la formation d'acides organiques résultant de l'attaque des substances ternaires, lesquels s'unissent à l'ammoniaque libre ou libérée du sel minéral pour donner le sel ammoniacal nécessaire à la production de pyocyanine.

Ces hypothèses nous ont permis d'expliquer certains faits qui nous paraissaient obscurs dans nos essais.

C'est ainsi qu'en cultivant le microbe sur milieu gélosé, minéralisé, additionné d'urée seule, il n'y a ni développement, ni coloration, mais si l'on ajoute à ce milieu : glucose, lévulose, glycérine ou mannite, on constate un développement abondant et une coloration verte très nette des milieux ensemencés. Ce résultat qui tout d'abord nous paraissait inexplicable devient alors compréhensible. Le B. pyocyanique produit une uréase qui transforme le corps en $CO^3(NH^4)^2$, lequel se combine avec les acides provenant des sucres.

Le glycocolle se comporte comme l'urée; utilisé seul, il ne produit pas de pyocyanine ; donc la fonction *amine* n'intervient pas, mais en présence d'une des quatre substances hydrocarbonées employées précédemment, la coloration verte apparaît, comme pour le cas de l'urée. Ceci nous a conduits à douter du rôle de la fonction *amine* dans les acides aminés pour la nutrition du bacille, et tout au contraire à imputer ce rôle à une fonction *sel ammoniacal* produite au cours du développement du microbe. Cette démonstration se fait de la façon suivante :

Prenant un acide aminé de formule $R - \underset{\displaystyle NH^2}{\underset{|}{CH^2}} - CO^2H$, nous avons

bloqué le groupe NH^2 par HCl. L'acide aminé seul pouvait donner la coloration, ce sel chlorhydrique ne la donne plus parce que l'azote de la fonction amine est immobilisé. Cet essai a été réalisé en ajoutant à des tubes de gélose minéralisée des quantités croissantes de solution de chlorhydrate d'asparagine (V-X-XV gouttes) afin d'éviter de communiquer au milieu une acidité trop forte; après plusieurs jours d'étuve, il ne s'est produit ni développement du microbe ni coloration.

Dans un second essai nous avons, cette fois, bloqué la *fonction acide* par un alcali, tel que la soude, ajouté en quantités calculées pour obtenir une neutralisation exacte et nous avons même ajouté $\frac{1}{10}$ de liqueur alcaline, pour être certain d'un léger excès d'alcalinité. Dans ces conditions, le microbe a la faculté de prendre le groupe NH^2 libre; malgré cela, il ne produit pas de pyocyanine, car il ne peut transporter l'AzH^3 formé sur la fonction acide pour en faire un sel ammoniacal de formule $R — CH^2 — CO^2NH^4$.

Ces essais ont été réalisés avec l'alanine sodée, la leucine sodée, l'asparagine sodée, etc.

Enfin, dans une troisième expérience, nous ajoutons à ces acides aminés dont la fonction acide est salifiée, les hydrates de carbone précédents et nous voyons alors apparaître la pyocyanine; le microbe a pris Az de la fonction $Az H^2$ pour donner de l'$Az H^3$ qu'il a transporté sur les acides provenant de l'oxydation des substances ternaires. Ce n'est plus le sel ammoniacal formé avec le résidu de l'acide aminé qui intervient, mais le sel ammoniacal formé de toutes pièces comme dans le cas du carbonate d'ammoniaque et de l'urée en présence des hydrates de carbone.

Ces diverses constatations fournissent donc des contrôles probants du rôle constant et capital joué par les sels ammoniacaux organiques dans la biologie du B. pyocyanique.

MICROBIOLOGIE. — *Sur quelques actions du thorium X sur les diastases et les microbes.* Note de MM. **J.-P. Aversenq**, **L. Jaloustre** et **E. Maurin**, présentée par M. L. Mangin.

Depuis le mois de février 1922, nous avons poursuivi une série d'études sur l'action du thorium X sur divers processus physiologiques. Cette Note rend compte de nos expériences sur divers diastases et microbes.

1° *Action sur la ptyaline.* — Un poids déterminé d'amidon mis en suspension dans une quantité connue de salive et additionné de 100^γ de tho-

rium X a donné au bout de 24 heures d'étuve à 37° un tiers de plus de sucre réducteur qu'un tube témoin sans thorium X.

2° *Action sur l'amylase du suc pancréatique.* — Nous n'avons examiné que le pouvoir saccharifiant de ce ferment. Le thorium X, à la dose de 100^{γ}, a donné comme pour la ptyaline au bout de 24 heures un tiers de plus de sucre réducteur que l'expérience témoin.

3° *Action sur l'amylase de l'orge germée.* — Une dose de 10^{γ} est déjà capable de provoquer en 24 heures une saccharification de l'amidon supérieure de 10 pour 100 à celle d'une expérience témoin. Puis la proportion d'amidon transformé s'élève parallèlement à la proportion de thorium X ajouté pour arriver à être d'un tiers supérieur à celle du témoin pour une dose de 300^{γ}. Au contraire, avec 400^{γ}, la saccharification de l'amidon est sensiblement égale à celle obtenue dans le tube témoin.

A cette dose l'action est donc nulle. Nous n'avons pas encore déterminé si des proportions plus élevées seraient retardantes ou même destructives de l'action hydratante de la diastase.

4° *Action sur l'émulsine.* — Cette action est également très nette. Avec des poids égaux de feuilles de laurier-cerise de même provenance, nous avons obtenu une eau de laurier-cerise titrant $1^{g},32$ pour 1000 d'acide cyanhydrique par litre après activation par le thorium X, tandis que la richesse de l'eau témoin n'était que de $0^{g},95$ par litre. Ce qui montre bien l'action stimulante du thorium X sur l'émulsine et par suite un dédoublement plus actif de la prulaurasine, le glucoside cyanogénétique contenu dans les feuilles de laurier-cerise.

5° *Action sur la fermentation ammoniacale.* — 50^{cm^3} d'urine additionnés de 50^{γ} de thorium X produisent au bout de 24 heures une richesse en ammoniaque d'un tiers plus élevée que celle obtenue dans 50^{cm^3} d'une même urine prise comme témoin.

6° *Action sur les processus d'oxydation en présence des oxydases du sang.* — *a*. Si à une solution d'iodure de potassium à 1 pour 10 légèrement acidifiée par une goutte d'acide chlorhydrique, on ajoute 1^{cm^3} de sérum sanguin et 50^{γ} de thorium X, on obtient en 24 heures une mise en liberté d'iode supérieure de près de moitié à celle obtenue daus un tube témoin (l'iode mis en liberté a été dosé par l'hyposulfite de sodium).

b. L'addition de 50^{γ} de thorium X dans un milieu renfermant 1^{cm^3} de sérum sanguin produit uue augmentation très nette de l'oxydation du gaïacol (du simple au double comparativement avec un témoin et en dosant au calorimètre).

7° *Action en présence du ferment oxydant de la salive.* — L'expérience précédente répétée avec de la salive au lieu du sérum sanguin a donné sensiblement les mêmes résultats.

8° *Action sur quelques microbes.* — Vis-à-vis de certains microbes, le thorium X s'est également montré, à la dose de 200^{γ}, comme un accélérateur de leur vitalité. Des staphylocoques et des gonocoques ensemencés sur gélose ascite (¹) non seulement n'ont pas été entravés dans leur développement, mais ont donné au contraire plus rapidement des colonies plus abondantes que dans les tubes témoins.

La vitalité des spermatozoïdes s'est également montrée un peu accrue. Leur survie a été de deux heures plus longue, après addition d'un égal volume de sperme et de solution de thorium X, que celle des témoins. La concentration de la solution de thorium X employée était de 40^{γ} par centimètre cube.

9° *Conclusions.* — Le thorium X semble donc activer d'une façon très nette les propriétés hydratantes ou oxydantes des diastases étudiées, du moins aux doses employées.

En outre, aux doses relativement faibles de 200^{γ}, le thorium X est capable d'exalter la vitalité de certains microbes pathogènes et de certaines cellules vivantes (²).

MÉDECINE. — *Variations de l'excitabilité neuro-musculaire sous l'influence de la suppression et du rétablissement de la circulation d'un membre chez l'homme.* Note de MM. **Georges Bourguignon** et **Henri Laugier**, transmise par M. d'Arsonval.

A la suite des recherches de l'un de nous sur l'excitation d'ouverture (³) nous vaons recherché quelle influence pouvait avoir sur l'excitabilité d'une

---

(¹) On fait fondre au bain-marie des tubes de gélose neutre à 3 pour 100; on les laisse refroidir vers 45°; quand ils sont à une température d'environ 60°, on ajoute un tiers de liquide ascitique (ampoules stériles d'ascite du commerce). On mélange en agitant doucement et l'on coule immédiatement en boîte de Pétri.

(²) Cf. P. Lemay et L. Jaloustre, *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 916; t. 174, 1922, p. 171, et t. 175, 1922, p. 1053. — G. Petit, L. Marchand et L. Jaloustre, *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 1170.

(³) Henri Laugier, *Électrotonus et excitation : recherches sur l'excitation d'ouverture* (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1921).

façon générale l'arrêt de la circulation d'un membre par compression. Nous avons en outre étudié l'excitabilité après la décompression.

I. *Disposition des expériences.* — Toutes nos expériences ont été faites sur le membre supérieur gauche de l'un de nous qui servait de sujet.

La compression est exercée à l'aide du brassard de l'appareil de Pachon appliqué au bras aussi haut que possible pour découvrir le point d'excitation du nerf radial. La pression employée a été de 21^{cm} à 24^{cm}, nettement supérieure à celle qu'il fallait exercer pour arrêter le pouls à la radiale. Tantôt nous n'avons placé le brassard qu'après application d'une bande d'Esmarck, tantôt nous l'avons appliqué directement : dans le premier cas, nous produisons l'arrêt de la circulation avec anémie ; dans le deuxième cas, nous le produisons avec stase veineuse.

La marche générale des phénomènes est la même avec les deux procédés et il n'y a que des différences de détail : l'évolution de tous les phénomènes observés est plus rapide dans la compression avec anémie que dans la compression avec stase. Nous avons laissé la compression aussi longtemps que le sujet pouvait la supporter, soit 35 à 45 minutes dans la stase, et seulement 21 à 29 minutes dans l'anémie. Nous avons suivi l'excitabilité des extenseurs à l'avant-bras, sur le nerf, sur les points moteurs musculaires et par excitation longitudinale; la chronaxie des extenseurs étant plus grande que celle des fléchisseurs, il était plus facile d'en suivre l'évolution. L'excitabilité a été suivie par la mesure de la chronaxie à l'aide des décharges de condensateurs, suivant la technique de L. Lapicque appliquée à l'homme par l'un de nous (1).

II. *Évolution de l'excitabilité des nerfs et muscles sous-jacents à la compression* (2). — *a.* Pendant la compression *dans l'anémie*, la chronaxie diminue jusqu'à la moitié de sa valeur normale sur le nerf et sur les points moteurs, aussi bien le point moteur supérieur que le point moteur inférieur (3), puis l'excitabilité indirecte par le nerf disparaît (avec 15 milliampères, intensité maxima supportable), tandis que l'excitabilité directe du muscle persiste; par excitation longitudinale, la chronaxie augmente et la contraction se

(1) G. Bourguignon, *Société de Biologie*, 30 avril 1921.

(2) La compression produit une paralysie complète et des troubles vaso-moteurs et auditifs qui évoluent parallèlement à l'excitabilité et disparaissent après la décompression.

(3) G. Bourguignon, *Double chronaxie et double point moteur dans certains muscles de l'homme* (*Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 294).

ralentit tant que l'excitabilité par le nerf persiste; quand elle a disparu, la chronaxie diminue jusqu'à environ la moitié de sa valeur normale et la contraction reprend sa vivacité normale. La rhéobase suit, d'une manière générale, une marche inverse de la chronaxie (voir *fig.* 1, 2 et 3).

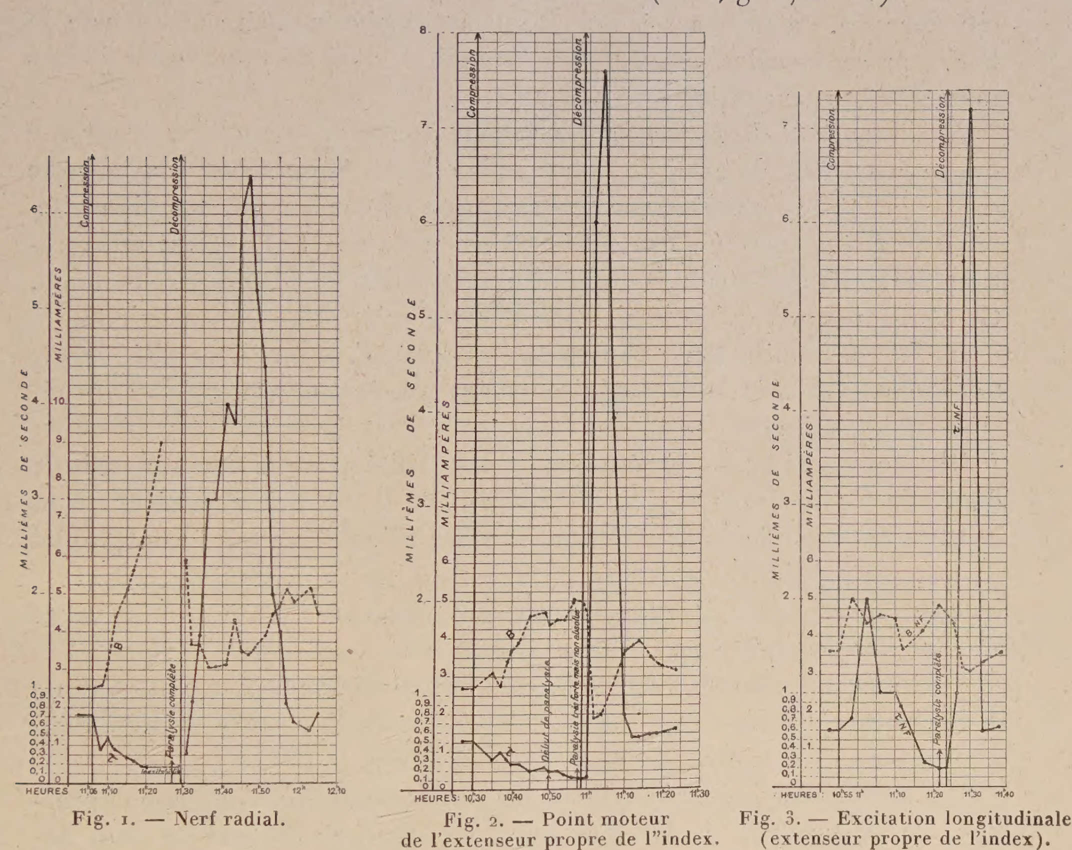


Fig. 1. — Nerf radial.

Fig. 2. — Point moteur de l'extenseur propre de l'index.

Fig. 3. — Excitation longitudinale (extenseur propre de l'index).

Compression avec anémie : τ, chronaxie; B, rhéobase.

Dans la stase, l'évolution est la même que dans l'anémie, à la durée près, sur le nerf et par excitation longitudinale. Mais, sur le point moteur, la chronaxie augmente au lieu de diminuer pendant toute la durée de la compression.

Pendant la compression, il se produit donc une véritable *curarisation.*

b. Après la décompression, les phénomènes sont les mêmes dans l'anémie et dans la stase, sur le nerf, sur les points moteurs et par excitation longitudinale, et ils sont remarquables : *en* 10 *à* 15 *minutes, la chronaxie augmente jusqu'à environ* 15 *fois la valeur normale et la contraction devient lente et galvanotonique.*

Aussitôt après, la chronaxie diminue rapidement pour revenir à la normale 15 à 20 minutes après le début de la compression. Le retour à la normale est plus rapide sur les points moteurs et par excitation longitudinale que sur le nerf (voir les figures). La contraction reprend sa vivacité normale. La rhéobase évolue, d'une façon générale, en sens inverse de la chronaxie, avec des variations plus étendues sur le nerf que sur les points moteurs et par excitation longitudinale.

Ainsi, *après la décompression*, on assiste à la production d'un syndrome qui se rapproche de celui de la « réaction de dégénérescence », avec cette particularité de s'observer sur le nerf : jusqu'ici ce n'est qu'exceptionnellement (cathélectrotonus, élongation expérimentale, H. Laugier; restauration des nerfs après suture ou après compression en pathologie humaine, G. Bourguignon) qu'on avait observé une très grande chronaxie sur le nerf avec contraction lente par excitation du nerf. C'est là un phénomène très intéressant dont le déterminisme ne pourra être étudié que par l'expérimentation animale.

III. *Répercussions.* — En étudiant l'excitabilité de nerfs et muscles situés dans une partie du corps éloignée du siège de la compression, nous avons observé des modifications d'excitabilité par voie réflexe qui feront l'objet d'un travail spécial.

Conclusions. — 1° Pendant la compression, avec stase comme avec anémie, il se produit une véritable *curarisation*.

2° Après la décompression, il se produit une augmentation considérable de la chronaxie du nerf et du muscle, avec contraction lente, comme dans le syndrome de la « réaction de dégénérescence ».

3° Les modifications, réversibles, du nerf et du muscle dans la compression, se répercutent à distance par voie réflexe, comme le font les lésions [1].

4° Toutes les modifications observées sont réversibles rapidement.

A $16^h 35^m$, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $18^h 15^m$.

A. Lx.

---

[1] G. Bourguignon, *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 453, et t. 174, 1922, p. 773.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de décembre 1922.

Électricité. Magnétisme. Gravitation. Mécanique. Théorie de la chaleur, par E. Lebert. Vannes, Lafolye frères et Cie, 1922; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. Mesnager.)

De Réaumur (1683-1757). *Sa vie. Son œuvre*, par M. Léon Guillet. Extrait de la *Revue de métallurgie*, août 1922; 1 fasc. 25cm.

Études géologiques sur le Nord-Est du Tonkin, par René Bourret. Hanoï, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1922; 1 vol. 28cm.

Anthropologie der Neu-Caledonier und Loyalty-Insulaner, par von Dr Fritz Sarasin. Berlin, C. W. Kreidel, 1916-1922; 1 vol. 30cm; 1 atlas, 40cm. (Présenté par le Prince Bonaparte.)

Flore analytique et descriptive des hépatiques de France et des contrées voisines, 2e édition, par T. Husnot. Cahan, par Athis, Orne, chez l'auteur, 1922; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. L. Mangin.)

Ministère des régions libérées. Reconstitution foncière et cadastre. *Rapport sur les expériences de levés de plans aux grandes échelles avec emploi de la photographie aérienne, exécutées en* 1921 *et* 1922 *sur le territoire de Vignemont, Oise*, sous la direction de M. H. Roussilhe. Paris, 1922; 1 vol. 33cm. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Voyage de M. le baron Maurice de Rothschild en Éthiopie et en Afrique orientale anglaise (1904-1905). Résultats scientifiques. *Animaux articulés*. Première et deuxième Parties, un atlas. Paris, Imprimerie nationale, 1922; 3 vol. 36cm. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

La télégraphie sans fil, par Édouard Branly. Paris, Payot, 1922; 1 vol. 16cm.

Administration des Monnaies et médailles. *Médailles en vente à la Monnaie de Paris*. Imprimerie nationale, 1922; 1 fasc. 23cm.

L'évolution des cadrans solaires, par J. de Rey Pailhade. Grenoble, Joseph Allier, 1922; 1 fasc. 24cm.

Sophus Lie Gesammelte Abhandlungen, 3e volume : *Abhandlungen zur Theorie der Differentialgleichungen erste Abteilung*, heraugeben von Friedrich Engel. Leipzig, B. G. Teubner, 1922; 1 vol. 24cm.

Théorie électrique moderne de l'état solide, par Marcel Brillouin. Extrait du *Bulletin de la Société française des électriciens*, 4e série, t. II, no 16.

Attelages mécaniques destinés à assurer, automatiquement, la stabilité de direction dans la propulsion des embarcations et navires de guerre et de commerce, par W. Froger. Chez l'auteur, Lorient, 1922; 1 fasc. 31cm.

An account of the crustacea of Norway, par G. O. Sars. Volume IX : *Ostracoda.* Parts I et II : *Cypridinidæ, conchœciidæ, polycopidæ.* Bergen, Bergen Museum, 1922; 1 fasc. 29^{cm}.

Mémoires du Comité géologique. Nouvelle série. Livraison 174. *Flore paléozoïque de la série d'Angara.* Atlas, par D. Zalessky. Petrograd, 1918; 1 vol. 33^{cm}.

ERRATA.

(Séance du 8 janvier 1923.)

Note de M. *David Wolkowitsch*, Sur les mouvements infiniment petits en un point d'un corps élastique admettant un plan de symétrie :

Page 76, ligne 5, *au lieu de* les lignes d'action de ces forces elles-mêmes, *lire* les lignes d'action de ces forces et ces forces elles-mêmes.